



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

EFEITOS DO EXERCÍCIO ISOMÉTRICO SOBRE OS
ÍNDICES DE PRESSÃO ARTERIAL E FREQUÊNCIA
CARDÍACA EM ADULTOS: REVISÕES SISTEMÁTICAS

IZABELLA DE OLIVEIRA VIEIRA

São Cristóvão
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Efeitos do exercício isométrico sobre os índices de pressão
arterial e frequência cardíaca em adultos: meta-análises

Izabella de Oliveira Vieira

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Educação Física da
Universidade Federal de Sergipe como
requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Walderi Monteiro da Silva Júnior.

São Cristóvão
2017

IZABELLA DE OLIVEIRA VIEIRA

EFEITOS DO EXERCÍCIO ISOMÉTRICO SOBRE OS
ÍNDICES DE PRESSÃO ARTERIAL E FREQUÊNCIA
CARDÍACA EM ADULTOS: META-ANÁLISES

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Educação Física da
Universidade Federal de Sergipe como
requisito parcial à obtenção do grau de
Mestre em Educação Física.

Aprovada em: ____/____/____

Orientador: Prof. Dr. Walderi Monteiro da Silva Júnior

1º Examinador: Prof. Dr. Rogério Brandão Wichi

2º Examinador: Prof. Dr. Valter Joviniano de Santana Filho

PARECER



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

IZABELLA DE OLIVEIRA VIEIRA

**EFEITOS DO EXERCÍCIO ISOMÉTRICO SOBRE OS ÍNDICES
DE PRESSÃO ARTERIAL E FREQUÊNCIA CARDÍACA EM
ADULTOS: META-ANÁLISES**

SÃO CRISTÓVÃO

2017

VIEIRA, Izabella de Oliveira

**Efeitos do exercício isométrico sobre os índices de pressão
arterial e frequência cardíaca em adultos: meta-análises**

2017

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

V657e Vieira, Izabella de Oliveira
Efeitos do exercício isométrico sobre os índices de pressão arterial e frequência cardíaca em adultos: meta-análises / Izabella de Oliveira Vieira ; orientador Walderi Monteiro da Silva Júnior. - São Cristóvão, 2017.
51 f., il.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Federal de Sergipe, 2017.

1. Exercícios isométricos. 2. Pressão arterial. 3. Frequência cardíaca. I. Silva Júnior, Walderi Monteiro da, orient. II. Título.

CDU 796:612

AGRADECIMENTOS

Nesta etapa, sei o quanto é importante o sentimento de gratidão a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para o meu crescimento profissional e acadêmico. Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus por me colocar no lugar e na família certa e ter me concedido saúde e discernimento para não fraquejar diante de todas as dificuldades que me deparei ao logodeste processo.

Amorosa e simploriamente, gostaria de expor meu amor e minha gratidão aos meus maiores exemplos de perseverança, dignidade, ética e compaixão: meus amados pais, José Vieira dos Santos Filho e Maria Nádia de Oliveira Vieira, e meu irmão, André Luiz de Oliveira Vieira, que tanto lutaram para que aqui eu chegasse. Ao meu amado companheiro de vida, Alisson Fonseca de Moura, por todo apoio emocional e logístico, sem você nada seria possível. Agradeço também ao meu sogro, Aluizio Gonzaga de Moura que me acolheu com uma filha e por tanto ter me incentivado, e à minha cunha Tatiane Dantas pelas risadas proporcionadas.

Obrigada aos queridos mestres do nosso programa de pós-graduação por todo exemplo de empenho e dedicação transmitido. Em especial ao meu orientador Prof. Dr. Walderi Monteiro da Silva Júnior, obrigada por toda dedicação, paciência e disponibilidade prestada à minha formação desde os tempos de graduação. Obrigada também aos Profs. Drs. Divaldo Pereira Lyra Júnior e Marcos Antônio Nunes Prado, pelo apoio e incentivo.

Cabem aqui também os singelos agradecimentos à família do Grupo de Ensino e Pesquisa em Funcionalidade Humana da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Em especial, a Mylena Maria Salgueiro Santana por ter se mostrado tão prestativa ao longo deste período e ao Prof. Dr. Jader Pereira de Farias Neto pelo eterno modelo de profissional e pelo incentivo oriundo desde minha graduação.

Obrigada às famílias dos projetos Ginástica no Campus, sobretudo, a professora e amiga Martha Maria Viana de Bragança, e Coração Ativo da UFS, sobretudo ao exemplo de bom humor e competência Luan Moraes Azevêdo. E claro que não iria esquecer todos os amigos que nos momentos mais cansativos me proporcionaram momentos de distrações e muitas risadas, e que respeitaram minha ausência e sempre se preocuparam em me incentivar e terem ouvidos para meus longos desabafos. Obrigada Luciana, Gabriel, Vera Núbia.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

Francisco Cândido Xavier.

Resumo

Os efeitos de exercícios isométricos sobre os índices de pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC) vêm sendo investigado. No entanto, as amostras costumam ser reduzidas o que dificulta a generalização dos dados. Revisões sistemáticas com meta-análises se apresentam como alternativas por possibilitar o agrupamento dos dados de diferentes estudos. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar na literatura a influência da idade sobre as alterações agudas de PA e FC de adultos geradas pelo exercício isométrico (Estudo I), bem como investigar os efeitos crônicos sobre estes mesmos parâmetros (Estudo II). Para tal, foram realizadas buscas nas bases de dados: PubMed, Lilacs, Scopus e PeDro, por ensaios clínicos publicados até 23 de Maio de 2016 que avaliaram mudanças de PA e FC em adultos após exercícios isométricos e realizados com sujeitos com idade >18. Os estudos que estudaram as respostas após uma sessão de exercício isométrico foram selecionados e separados de acordo com a idade da amostra, < e > 60 anos, para análise da influência da idade sobre o efeito agudo. Aqueles com período de intervenção ≥ 4 semanas foram selecionados para avaliação de efeito crônico. Assim, foram incluídos 4 artigos no estudo I e, apesar de metade dos trabalhos ter sido realizada com adultos e a outra com idosos, a comparação direta dos estudos não foi realizada, devido às divergências entre as características de exercício utilizadas. No estudo II, foram identificados 2 trabalhos que demonstraram que o treino isométrico de preensão manual é capaz de reduzir significativamente apenas a PAS e a PAM, $-1,58$ [$-2,64$, $-0,51$] , $p = 0,004$, e $-0,91$ [$-1,58$, $-0,24$], $p = 0,008$, respectivamente, após um período de intervenção de 8-10 semanas. Com isso, observou-se uma necessidade de produção de trabalhos que busquem avaliar as respostas agudas a protocolos de exercício isométrico com características similares as utilizadas nos programas de treinamentos crônicos atuais, sobretudo em idosos e hipertensos, para que questões sobre o risco e diferenças entre as populações sejam identificadas. Além disso, o treino de preensão manual isométrico reduz significativamente a PA sistólica e PA média de adultos. Todavia ,estudos com amostras diferentes e modalidades de isometrias diferentes ainda são necessários para subsidiar com segurança a utilização desta modalidade de treino no manejo da hipertensão.

Palavras-chave: isometric training, isometric exercise, blood pressure, heart rate.

Abstract

The effects of isometric exercises on blood pressure (BP) and heart rate (HR) indexes have been investigated. However, the samples are usually reduced, which makes it difficult to generalize the data. Systematic reviews with meta-analyses are presented as alternatives because it allows the grouping of data from different studies. Thus, the objective of this study was to evaluate the influence of age on acute PA and HR changes in adults generated by isometric exercise (Study I), as well as to investigate the chronic effects on these same parameters (Study II). To do so, we searched the PubMed, Lilacs, Scopus and PeDro databases for clinical trials published until May 23, 2016 that evaluated changes in BP and HR in adults after isometric exercises and performed with subjects > 18 years. The studies that studied the responses after an isometric exercise session were selected and separated according to the age of the sample, <and> 60 years, to analyze the influence of age on the acute effect. Those with intervention period ≥ 4 weeks were selected for chronic effect assessment. Thus, 4 articles were included in study I and, although half of the studies were performed with adults and the other with the elderly, the direct comparison of the studies was not performed, due to divergences between the exercise characteristics used. In study II, 2 studies were identified that demonstrated that isometric manual grip training is able to significantly reduce SBP and MAP only, $-1.58 [-2.64, -0.51]$, $p = 0.004$, and $-0.91 [-1.58, -0.24]$, $p = 0.008$, respectively, after an intervention period of 8-10 weeks. Thus, it was observed a need to produce studies that seek to evaluate the acute responses to isometric exercise protocols with similar characteristics used in current chronic training programs, especially in the elderly and hypertensive, so that questions about risk and differences between Populations are identified. In addition, isometric manual grip training significantly reduces systolic BP and mean BP of adults. However, studies with different samples and modalities of different isometries are still necessary to safely subsidize the use of this training modality in the management of hypertension..

Key-words: isometric training, isometric exercise, blood pressure, heart rate

LISTA DE TABELAS, QUADROS E FIGURAS

Quadro 1 Aplicação hemodinâmica da Lei de Ohm	2
Quadro 2 Aplicação Hemodinâmica da lei de Hagen-Poiseuille	2
Quadro 3 Descritores utilizados na busca sistemática	
Figura 1 Fluxograma da seleção dos artigos incluídos na revisão sistemática	17
Figura 2 Estimativas metanalíticas das alterações médias padronizadas da pressão arterial média e da frequência cardíaca	20
Figura 3 Forest plot das mudanças das diferenças médias padronizadas da PAM e FC após sessão de preensão manual isométrica.	22
Figura 4 Forest plot dos intervalos de confiança das diferenças das médias padronizadas da PAM e FC após sessão de dupla extensão de joelhos isométrica.	25
Figura 5 Fluxograma da seleção dos estudos.	32
Figura 6 Gráfico de risco de viés dos estudos incluídos nesta revisão	35
Figura 7 Forest plot dos intervalos de confiança das diferenças das médias padronizadas da redução da PAS, PAM, PAD e FC	36
Tabela 1 Características básicas dos ensaios clínicos.	18
Tabelas 2 Estimativas meta-analíticas das diferenças médias padronizadas da pressão arterial média e da frequência cardíaca.	19
Tabela 3 Visão geral dos ensaios clínicos.	34
Tabela 5 Níveis de heterogeneidade das reduções das médias padronizadas de PAS, PAD, PAM e FC.	36

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- PA: Pressão Arterial.
- PAS: Pressão Arterial Sistólica.
- PAD: Pressão Arterial Diastólica.
- CVM: Contração Voluntária Máxima.
- RVP: Resistência Vascular Periférica.
- DC: Débito Cardíaco.
- FC: Frequência Cardíaca.

SUMÁRIO

Introdução	1
Referências bibliográficas	9
ESTUDO I	14
Resumo:	14
Introdução:.....	15
Material e métodos:	16
Critérios de inclusão.....	16
Critérios de exclusão.....	17
Risco de viés dos estudos:.....	17
Tratamento estatístico.....	17
Resultados:.....	18
Visão geral dos ensaios clínicos:	18
Qualidade dos estudos:	23
Discussão:.....	25
Conclusão:.....	27
Referências bibliográficas	28
ESTUDO II	32
Resumo	32
Introdução.....	33
Material e métodos:	34
Critérios de inclusão.....	35
Critérios de exclusão.....	35
Risco de viés dos estudos:.....	35
Extração dos dados:	35
Tratamento estatístico:.....	35
RESULTADOS:	36
Estudos selecionados:	36
Análise qualitativa dos estudos:	38
Análise da heterogeneidade dos estudos:.....	39
Análise quantitativa dos dados:.....	40
Viés de publicação:	41

DISCUSSÃO:.....	41
Limitações:	45
Conclusão:.....	45
Referências bibliográficas:	45
2. Considerações finais:.....	49
APÊNDICE 1	50

1. Introdução

A Hipertensão Arterial Sistêmica apresenta grande impacto na saúde pública devido à sua alta taxa de incidência, que chega a atingir 26% da população mundial e 68% dos idosos, e também por representar um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de doenças (KEARNEY et al., 2005; LIM et al., 2012). Tal condição consiste em uma condição clínica multifatorial caracterizada por elevados e sustentados níveis de pressão arterial (PA) e classificada de acordo com os valores pressóricos encontrados: entre 121/81 e 139/89 – pré-hipertensão, entre 140/90 e 159/99 mmHg – hipertensão estágio I, entre 160/100 e 179/109 – estágio II, e, por fim, $\geq 180/110$ – estágio III. Para os casos em que os valores de PA sistólica (PAS) e a PA diastólica (PAD) estejam situados em categorias diferentes a classificação é feita de acordo com o maior valor (MALACHIAS et al., 2016).

Entender o comportamento hemodinâmico da PA é fundamental para uma boa compreensão da fisiopatologia da hipertensão arterial sistêmica. A PA pode ser determinada por meio de analogias a leis matemáticas. Através da Lei de Ohm para circuitos elétricos e através desta se observa que a PA – representada pela força exercida pelo sangue sobre o vaso – possui um comportamento diretamente proporcional ao fluxo sanguíneo – volume sanguíneo que cruza o vaso em um determinado tempo – e inversamente à resistência vascular sistêmica (Quadro1) (MAYET & HUGHES, 2003). Como o fluxo sanguíneo corresponde ao volume que cruza uma área transversal de um vaso em um determinado tempo, para facilitar o entendimento da circulação corporal, se compreende que o valor do débito cardíaco é semelhante ao do fluxo global, visto que o volume total que interpassa os vasos é o mesmo que aquele bombeado pelo coração a cada minuto cujo valor médio de 5.000 mL/min (MAYET & HUGHES, 2003). Este valor pode ser influenciado por alguns fatores, como a pré-carga (volume diastólico final), pelo estado ventricular contrátil e pela pós-carga – impedância aórtica, também entendida como resistência vascular periférica (RVP) (LEVER & SWALES, 1994).

Por meio da equação de Hagen-Poiseuille (Quadro2) (MAYET & HUGHES, 2003) é possível notar que certas variáveis exercem influência sobre o fluxo

sanguíneo, como a diferença de pressão ao longo do vaso, a viscosidade do sangue e, principalmente, o diâmetro do vaso. Visto que mudanças de 50% do raio vascular, por exemplo, são capazes de aumentar 16 vezes resistência ao fluxo vascular. Por este motivo, mudanças na resistência vascular periférica (RVP) são capazes de

Quadro 1 Aplicação hemodinâmica da lei de Ohm.

Lei de Ohm	
Circuitos elétricos	Forma hemodinâmica
$I = V/R$	$DC = PAM/RVP$

I: Fluxo De Corrente; V: Voltagem ao longo do circuito; R: Resistência Elétrica; DC: Debito Cardíaco; PAM: Pressão Arterial Média; RVP: Resistência Periférica Total.

Basicamente, a RVP é determinada pelas pequenas artérias e pelas arteríolas cujos diâmetros variam entre 30 e 300µm (OPARIL, ZAMAN, & CALHOUN, 2003), enquanto que as artérias de grande diâmetro são destinadas, principalmente, à condução do fluxo e não impactam diretamente sobre esta variável (FUNG, 1997; MAYET & HUGHES, 2003). Na hipertensão arterial, habitualmente, se nota um aumento da RVP que, em parte, pode ser justificado pelas alterações vasculares estruturais resultantes do remodelamento que ocorre durante seu desenvolvimento e com o envelhecimento corroborando para a alta taxa de incidência em idosos (SUN, 2013). Tais alterações são caracterizadas por diminuições do lúmen das pequenas artérias e arteríolas, e rarefação da microvasculatura em todos os territórios, como rins, coração, músculos (MAYET & HUGHES, 2003; OPARIL, ZAMAN, & CALHOUN, 2003).

Quadro 2 Aplicação hemodinâmica da lei de Hagen-Poiseuille

Lei de Hagen-Poiseuille
$F = \frac{\pi r^4}{8\eta L}$

F: fluxo; r: raio do vaso; η : viscosidade do fluido; L: comprimento dos vasos

Esse processo de remodelamento vascular se mostra dependente da função e do tamanho das artérias por sofrer influência do estresse de cisalhamento gerado

pelo fluxo sanguíneo (LANGILLE, 1996). Por isso, as grandes artérias terminam por sofrer alterações no diâmetro e na espessura de suas paredes em resposta aos níveis constantemente elevados da PA na hipertensão gerando um quadro de rigidez arterial e perda da capacidade elástica. Estas alterações arteriais também são comuns a senescência, devido à manutenção de níveis de PA elevados na hipertensão e, por aumento da síntese de colágeno e diminuição de elastina na senescência (HUGHES, SINCLAIR & GEROULAKIS, 1997; MAYET & HUGHES, 2003; OPARIL, ZAMAN & CALHOUN, 2003; SUN, 2015). Apesar da diminuição da complacência arterial central não contribuir diretamente para caracterização da RVP, este quadro é capaz de influenciar a reflexão das ondas pressóricas impactando diretamente sobre a pressão pulso, alargando-a. Este alargamento da pressão de pulso decorrente permite que o fluxo sanguíneo chegue ao ventrículo esquerdo antes do fechamento da válvula aórtica diminuindo a PA diastólica (PAD) e comprometendo a perfusão coronariana (OPARIL, ZAMAN & CALHOUN, 2003).

Outras consequências da rigidez arterial central também são observadas, como menores estiramentos dos barorreceptores e, por decorrência, uma diminuição da sensibilidade do barorreflexo e de sua função autonômica regulatória levando a aumentos da frequência cardíaca, da RVP, e a rarefações microvasculares devido ao aumento da atividade simpática de vasoconstricção nos vasos implicando na manutenção dos níveis elevados da PA. Além das alterações de sensibilidade dos barorreceptores caracterizarem as alterações da modulação autonômica na hipertensão, algumas substâncias também são capazes de exercer influência no barorreflexo, como a angiotensina II, endotelina e espécies reativas de oxigênio que atuam induzindo a supressão de sua atividade simpática inibitória e parassimpática excitatória (MAYET & HUGHES, 2003). A angiotensina, por exemplo, resulta do sistema renina-angiotensina que tem sua atividade potencializada por meio da estimulação simpática. Entre os efeitos gerados por esse sistema, se tem o aumento da reabsorção de sódio e água, da excreção de potássio, da produção de aldosterona e da estimulação simpática que tanto corrobora para o aumento da PA quanto para instauração de um ciclo vicioso. No qual se observa a instauração de um estado simpático hipercinético capaz de aumentar o risco de morbidade e mortalidade e induzir o

desenvolvimento de outras doenças crônicas, como a diabetes mellitus, em decorrência das alterações metabólicas, hemodinâmicas, tróficas e do estado pró-coagulante gerado por este desequilíbrio (OPARIL, ZAMAN & CALHOUN, 2003). Por estes motivos, alterações de modulação do sistema nervoso autônomo são observadas em estágios iniciais da hipertensão, ou mesmo antes do seu desenvolvimento (MANCIA & GRASSI, 2014).

Atualmente, vêm sendo adotadas medidas tanto de caráter preventivo quanto de tratamento para um maior controle dos níveis de PA da população (WEBER et al., 2014; MALACHIAS et al., 2016; LEUNG et al., 2016). No sentido de controlar algumas destas alterações estruturais e funcionais percebidas na fisiopatologia da hipertensão arterial e assim normalizar os níveis de PA e diminuir o risco cardiovascular, diversas linhas de tratamento farmacológicas vêm sendo instituídas (LEUNG et al., 2016; MALACHIAS et al., 2016). As modalidades costumam variar desde inibidores da enzima conversora da angiotensina, bloqueadores de canais de cálcio, diuréticos, β -bloqueadores, bloqueadores dos receptores AT-1 da angiotensina II, entre outros. No entanto, a normalização dos valores pressóricos com a terapia farmacológica não vem sendo possível em muitos casos, como pode ser observado em um estudo multicêntrico realizado em países com diversos níveis de desenvolvimento e publicado em 2013 (CHOW et al. 2013). Neste estudo, se observou que 70% de 20.000 hipertensos medicados apresentam valores não controlados de PA. Um dos possíveis fatores que podem implicar na não efetividade do tratamento farmacológico é a questão da perda da aderência ao longo do tempo e do uso incorreto das medicações como observado em uma meta-análise realizada em 2012 com 376.162 sujeitos medicados para prevenção primária ou secundária de doenças cardiovasculares – classificadas de acordo com histórico de infarto do miocárdio ou não. Na qual, notou-se que apenas 57% dos sujeitos mantiveram aderência ao tratamento após um seguimento médio de dois anos (NADERI et al., 2012).

Mudanças de estilo de vida, como redução do consumo de sódio, cessação do tabagismo e prática regular de exercício físico, são instituídas como formas não medicamentosas de manejo de hipertensão arterial em todos os seus estágios e na sua prevenção por diversas diretrizes (WEBER et al., 2014; MALACHIAS et al., 2016; LEUNG et al., 2016). Em relação à prática regular de exercício físico, os

graus de evidência variam em relação aos tipos aeróbico e resistido. Tradicionalmente, o exercício aeróbico que segundo *American College of Sports Medicine* correspondem àqueles destinados ao treino de aptidão cardiorrespiratória constituídos exercícios ou um conjunto de exercícios realizados por grandes grupos musculares que podem ser mantidos continuamente cuja natureza é aeróbica e rítmica, como caminhadas, natação, corridas e dança (GARBER et al., 2011), vem sendo sugerido como primeira linha de tratamento, com durações diárias entre 30-60 minutos de exercício de moderada intensidade e frequência de quatro a sete dias por semana (WEBER et al., 2014; MALACHIAS et al., 2016; LEUNG et al., 2016). Enquanto que os resistidos isotônicos ou dinâmicos primariamente destinados ao ganho de força, resistência e potência muscular através de exercícios, que variam em relação ao número de repetições, de séries e do tempo de repouso entre elas, normalmente realizados contra resistência gerada por equipamentos ou pelo próprio corpo (HOWLEY, 2001; BRAZELLI et al., 2013) , correspondem a uma linha secundária, sendo coadjuvantes ao aeróbio.

As reduções de PA alcançadas pelos exercícios podem ocorrer de duas formas: aguda que ocorre durante minutos ou até horas após a realização das séries de exercícios e é conhecida como hipotensão pós-exercício, e crônica que decorre da sistematização de treino e os observadas pelo treino podem refletir uma redução sustentada e acumulada ao longo de cada sessão de exercício (PESCATELLO et al., 2004; HAMER, 2006). Já se sabe que as respostas agudas de frequência cardíaca (FC) e PA ao exercício são influenciadas por algumas variáveis, como o tipo (aeróbico, isotônico ou isométrico), volume, intensidade e duração do exercício. Nos exercícios resistidos, sobretudo nos isométricos, se observa aumentos de PAS com curvas em função do tempo mais inclinadas (POLITO & FARINATTI, 2003), o que pode ser justificada pelo grau de oclusão vascular gerado pela contração muscular que induz um aumento do acúmulo de metabólitos e, por consequência, uma maior estimulação do metaborreflexo e sua ação de estimulação do sistema nervoso simpático. Todavia, como as durações utilizadas nestes exercícios costumam ser pequenas, ao que parece o risco de se gerar grandes aumentos pressóricos, da FC e sobrecarga cardiovascular pode ser controlado. No entanto, diante do crescente interesse pela utilização de exercícios

isométricos como modalidade de prevenção e controle da hipertensão arterial é necessária à condução de estudos que busquem uma melhor compreensão dos riscos cardiovasculares durante a execução desta modalidade de exercício tanto em caráter agudo quanto em crônico, sobretudo em populações mais frágeis, como idosos e hipertensos.

Os ensaios clínicos (WILEY et al., 1992; RAY & CARRASCO, 2000; MCGOWAN et al., 2007; MILLAR et al. 2013) e estudos meta-analíticos (CARLSON et al, 2104; INDER et al., 2015) que vêm sendo conduzidos com o objetivo de se avaliar os efeitos crônicos do exercício isométrico sobre a PA vem demonstrando uma capacidade de redução pressórica em graus similares, ou até mesmo superiores ao exercício aeróbico. Como demonstrado por Cornelissen & Smart (2013) que em uma meta-análise sobre os efeitos dos treinos físicos sobre a PA observaram que o exercício isométrico gerou uma atenuação três e duas vezes maior da PAS (-10,9 mmHg) e da PAD (-6,2 mmHg), respectivamente, que o treino aeróbico (-3,2 mmHg e -2,5 mmHg, em ordem). Até o momento a diretriz brasileira de hipertensão, que se encontra em sua 7ª versão, e a da *American Heart Association* ainda não incorporaram esta modalidade de exercício como forma de manejo da hipertensão arterial sistêmica em seus documentos (Weber et al., 2014; Malachias et al., 2016). Em contrapartida, apesar do baixo grau de evidência ressaltado em seu documento, a diretriz publicada em 2016 pela Sociedade Cardiovascular Canadense sugere a prática do exercício de preensão manual isométrico – também conhecido como *handgrip* – em conjunto com os resistidos dinâmicos para sujeitos normotensos ou para hipertensos em estágio I dentro de suas recomendações (LEUNG et al., 2016).

Em geral, os ensaios clínicos que buscam avaliar a efetividade do treino isométrico em reduzir níveis de PA costumam utilizar exercícios realizados por meio dos grupos musculares de extensão do joelho (DEVEREUX et al., 2010; WILES et al., 2010; BARROS et al., 2012; GILL et al., 2014; WILES et al., 2016) e preensão manual (TAYLOR et al., 2003; MCGOWAN et al., 2007; MILLAR et al., 2008; MILLAR et al., 2012) com parâmetros de referência para definição da intensidade diferentes, como percentuais de contração voluntária, de frequência cardíaca e de eletromiografia máximas. Apesar disso, se nota nestes ensaios que uma média de nove a 24 intervenções com durações em torno de 14 e 17 minutos

cada é capaz de gerar atenuações pressóricas. Esse curto período de atividade diária, bem como a possibilidade de reduzir o uso de medicações devido à capacidade hipotensora do treino podem ser consideradas como uma das vantagens da prática desta modalidade de treino no manejo da hipertensão.

Os trabalhos que utilizaram isometrias de dupla extensão de joelho ou ainda agachamento isométrico basearam a força de contração em percentuais das FC máximas atingidas durante testes isométricos incrementais (DEVEREUX et al., 2010; WILES et al., 2010; BARROS et al., 2012; WILES et al., 2016), ou ainda, na atividade eletromiográfica dos vastos laterais (GILL et al., 2014). Estes estudos estudaram sujeitos normotensos (HOWDEN et al., 2002; DEVEREUX et al., 2010; WILES et al., 2010) ou no máximo pré-hipertensos (BARROS, WILES & SWAINE, 2013). Os treinos realizados com intensidade maior ou igual a 85% da FC máxima atingida em teste incrementais (WILES et al., 2010; DEVEREUX et al., 2010; BARROS et al., 2012; WILES et al., 2016) ou a 30% da contração voluntária máxima (GILL et al., 2014) foram capazes de demonstrar reduções pressóricas mínimas de cerca de -2,5 mmHg na PAD e -3,6 mmHg após um período médio de três a quatro semanas. Tais atenuações possuem alta relevância clínica e têm a capacidade de diminuir o risco do desenvolvimento de doenças cardiovasculares (PESCATELO et al., 2004).

Os estudos que utilizaram a isometria de preensão manual utilizam entre 20 a 30% da contração voluntária máxima como parâmetro de intensidade dos treinos variam geralmente no período de repouso entre as séries e na execução unilateral ou bilateral (RAY & CARRASCO, 2000; TAYLOR et al., 2003; MCGOWAN et al., 2007; MILLAR et al., 2008; MILLAR et al., 2012). A diversidade das populações estudadas nos treinos com este grupo muscular é maior, e alguns estudos chegaram já a estudar sua aplicação em sujeitos hipertensos controlados e não controlados (TAYLOR et al., 2003; MCGOWAN et al., 2007; MILLAR et al., 2008; MILLAR et al. 2012). De modo geral, as maiores diminuições foram encontradas neste último grupo de sujeitos sugerindo relações entre os níveis de PA iniciais e a capacidade de redução do exercício. Além disso, tal fato favorece a utilização deste método de treino visto que esta população seria a principal beneficiada com reduções de PA.

Outra vantagem a ser considerada é a possibilidade da prática domiciliar do treino evidenciada em alguns artigos que utilizaram modalidades de agachamento isométrico (WILES, GOLDRING & COLEMAN, 2016) ou através do uso de aparelhos simples e baratos de preensão manual confeccionados com molas (MILLAR et al., 2008) capazes de reduzir os custos necessários a prática do treino e de facilitar a aderência aos exercícios. Nestes equipamentos, a resistência da mola utilizada correspondia aproximadamente 30-45%CVM de cada sujeito, e eles foram utilizados em treinos realizados três vezes por semana, sendo uma das sessões semanais domiciliar, o que correspondeu ao final do programa a 33% de suas sessões. Ao final deste trabalho foram observadas reduções de 10 ± 3 mmHg na PAS e de 3 ± 1 mmHg na PAD.

O estudo de Wiles, Goldring & Coleman (2016) teve apenas a primeira sessão de treino realizada em laboratório para correções de possíveis equívocos cometidos por parte dos participantes, enquanto que as outras 11 foram realizadas em casa. Neste trabalho, as sessões de agachamento isométrico geraram diminuições de -4 ± 5 mmHg, -3 ± 3 mmHg e -3 ± 3 mmHg na PAS, PAD e PAM, respectivamente. Este trabalho teve metade da duração utilizada no de Millar et al. (2008) o que pode ter sido um fator de influência para que menores reduções fossem geradas, mesmo tendo utilizado volume muscular maior em suas contrações que poderia ter gerado estímulos de vasodilatação periférica maiores após as sessões de exercício. Apesar disso, 68% e 71% dos seus participantes mostraram reduções clinicamente significantes na PAS e PAD, em ordem.

Todavia, além de poucos estudos terem sido realizados com hipertensos, o baixo número de sujeitos utilizados nas amostras dos estudos que chegam a abranger cerca 15 sujeitos somente nos grupos de intervenção também dificulta a generalização dos resultados. Uma saída para tal seria a realização de estudos de revisão sistemática com meta-análises devido à ótima relação de custo/benefício proporcionada por estes e sua capacidade de sintetizar os dados gerados pelos estudos individuais.

As revisões sistemáticas possibilitam a minimização de vieses por se caracterizar como uma revisão organizada através de métodos sistemáticos específicos para identificação, seleção e avaliação dos estudos que possam

responder a uma questão bem formulada (SOUZA & RIBEIRO, 2009). Estas revisões podem ser classificadas como meta-análises quando compostas também por métodos quantitativos gerados por uma ou mais técnicas estatísticas para integração de resultados observados por estudos individuais realizados por diferentes grupos de pesquisa de diversas partes do mundo em momentos distintos (DERSIMONIAN & LAIRD, 1986; LUIZ, 2002), de modo a gerar novas interpretações dos achados, bem como dar suporte a utilização de técnicas, a implementação e a execução de programas na área da saúde.

Diante do baixo grau de evidência relatado pelas diretrizes, dos pequenos grupos amostrais utilizados nos ensaios clínicos, das vantagens da prática do treino isométrico, como o curto período de atividade diária necessário e a facilidade de sua utilização. Nota-se a necessidade de estudos que sintetizem as informações disponíveis na literatura sobre os efeitos do exercício isométrico sobre os valores de PA e frequência cardíaca (FC), bem como sobre possíveis variáveis intervenientes nos efeitos, como a idade da amostra. Deste modo, este trabalho se propôs a avaliar na literatura a influência da idade sobre as alterações agudas de pressão arterial (PA) e frequência cardíaca (FC) de adultos geradas pelas sessões de exercício isométrico (Estudo I), bem como investigar os efeitos crônicos desta modalidade de exercício sobre estes parâmetros (Estudo II).

Referências bibliográficas

BARROS, A W; WILES, J D; SWAINE, I L. Double-leg isometric exercise training in older men. **Open Access Journal of Sports medicine**, v. 4, p. 33-40, Auckland 2013.

BRAZELLI M, SAUNDERS DH, GREIG CA, MEAD GE. Physical fitness training for stroke patients (Review). **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 11, 2011. Art. No.: CD003316. DOI: 10.1002/14651858.CD003316.pub4. 2011

CARLSON, D. J; DIEBERG, G; HESS, NC; MILLAR, P J; SMART, N A. Isometric Exercise Training for Blood Pressure Management: A Systematic Review and Meta-analysis. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 89, n. 3, p. 327-34, 2014.

CHOW, C. K; TEO, K; RANGARAJAN, S; ISLAM, S; GUPTA, R; AVEZUM, A; BAHONAR, A; CHIFAMBA, J; DAGENAIS, G; DIAZ, R; KAZMI, K; LANAS, F; WEI, L; LOPEZ-JARAMILLO, P; FANGHONG, L; ISMAIL, N H; PUCANE, T; ROSENGREN, A; SZUBA, A; LIU, L; MONY, P; YUSUF, S; PHIL, D. Prevalence,

Awareness, Treatment, and Control of Hypertension in Rural and Urban Communities in High-, Middle-, and Low-Income Countries. **JAMA**, Chicago, v. 310, n. 9, p. 959-968, Setembro 2013.

DE CARVALHO, A. P. V.; SILVA, V.; GRANDE, A. J. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. **Diagnóstico e Tratamento**, v. 18, n. 1, p. 38-44, Janeiro/Fevereiro/Março 2013.

DERSIMONIAN, R; LAIR, N. Meta-analysis in clinical trials. **Controlled Clinical Trials**, v. 7, n. , p. 177-188, Nova Iorque, 1986.

DEVEREUX, G R, WILES, J D; SWAINE, I L. Reductions in resting blood pressure after 4 weeks of isometric exercise training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 4, p. 601-606, Berlim, Julho 2010.

FUNG YC. Biomechanics circulation, 2nd ed. New York: Springer, 1997.

GARBER CE, BLISSMER B, DESCHENES MR, FRANKLIN BA, LAMONT MJ, LEE IM, NIEMAN DC, SWAIN DP. American College of Sports Medicine position stand: Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults: Guidance for Prescribing Exercise. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, p: 1334-1359, 2011

GILL, K F; ARTHUR, S T; SWAINE, L; DEVEREUX, G R; HUET, Y M; WIKSTROM, E; CORDOVA. M L; HOWDEN, R. Intensity-dependent reductions in resting blood pressure following short-term isometric exercise training. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, Março, n. 6, p. 616-621, Londres 2015.

HAMER M. The Anti-Hypertensive Effects of Exercise: Integrating Acute and Chronic Mechanisms. **Sports Medicine**, v. 36, n. 2, p. 109-116.

HESS, N C L; CARLSON, D J; INDER, J D; JESULOLA, E; McFARLANE, J R; SMART, N A. Clinically meaningful blood pressure reductions with low intensity isometric handgrip exercise. A randomized clinical trial. **Physiological research**, v. 65, n.3, p. 461-468, Praga, Julho 2106.

HOWLEY, E D. Type of activity: resistance, aerobic and leisure versus occupational physical activity. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 33, n. 6, p. S364-S369, 2001.

HOWDEN R, LIGHTFOOT T, BROWN S, SWAINE IL. The effects of isometric exercise training on resting blood pressure and orthostatic tolerance in humans. **Experimental Physiology**, v.87, p:507–515, 2002.

HUGHES AD, SINCLAIR A-M, GEROULAKIS G, et al. Structural changes in the heart and carotid arteries associated with hypertension in humans. **Journal of Human Hypertension**, v.7, p:395–7, 1993..

INDER, J. D; CARLSON, D J; DIEBERG, G; MCFARLANE, J R; HESS, N C L; SMART, N A. Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis to optimize benefit. **Hypertension Research: official journal of the Japanese Society of Hypertension.**, v. 39, n. 2, p. 88-94 , 2015.

KEARNEY, PATRICIA M; WHELTON, MEGAN; REYNOLDS, KRISTI; MUNTNER, PAUL; WHELTON, PAUL K; HE, JIANG. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. **The Lancet**, Londres, v. 365, p. 217-223, Janeiro 2005.

LANGILLE, B L. Arterial remodeling: relation to hemodynamics. **Canadian journal of physiology and pharmacology**, v. 74, n. 7, p. 834-841, Ottawa, Julho 1996.

LEUNG, A A; NERENBERG, K; DASKALOPOULOU, S D; MCBRIEN, K; ZARNKE, K B; DASGUPTA, K; et al.; CHEP Guidelines Task Force. Hypertension Canada's 2016 Canadian Hypertension Education Program Guidelines for Blood Pressure Measurement, Diagnosis, Assessment of Risk, Prevention, and Treatment of Hypertension. **Canadian Journal of Cardiology**, v. 32, n. 5, p. 569-588, Março 2016.

Lever AF, Swales JD. Investigating the hypertensive patient: an overview. In: Swales JD, ed. Textbook of hypertension. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1026–30, 1994.

LIM, S S; VOS, T; FLAXMAN, A D; GOODARZ, D; SHIBUYA, K; ADAIR-ROHANI, H; et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic review for the Global Burden Disease Study 2010. **The Lancet**, v. 380, n. 9859, p. 2224-2260, Dezembro 2012.

LUIZ, A J B. Meta-análise: definição, aplicações e sinergia com dados espaciais. **Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília**, v.19, n.3, p. 407-428, Brasília, Setembro/Dezembro 2002.

MALACHIAS, M V B; SOUZA, W K S B; PLAVNIK, F L; RODRIGUES, C I S; BRANDÃO, A A; NEVES, M F T. 7th Brazilian Guideline of Arterial Hypertension. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 3Suppl.3, p. 1-83, Setembro 2016.

MANCIA, G.; GRASSI, G. The Autonomic Nervous System and Hypertension. **Circulation Research**, v. 114, n. 11, p. 1804–1814, 2014. Disponível em: <<http://circres.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/CIRCRESAHA.114.302524>>.

MAYET, J; HUGHES, A. Cardiac and vascular pathophysiology in hypertension. **Heart**, v. 89, n.9, p. 1104-1109, Londres, Setembro 2003.

MCGOWAN, C L; VISOCCHI, A; FAULKNER, M; VERDUYN, R; RAKOBOWCHUK, M; LEVY, A S; et al. Isometric handgrip training improves local

flow-mediated dilatation in medicated hypertensives. **European Journal of Applied Physiology**, v. 98, n. 4, p. 355-362, Berlim, Novembro 2016.

MILLAR, P J; BRAY, S R; MCGOWAN, C L; MACDONALD, M J; MCCARTNEY, N. Effects of isometric handgrip training among people medicated for hypertension: a multilevel analysis. **Blood Pressure Monitoring**, v. 12, p. 307-314, 2007.

MILLAR, P J; BRAY, S R; MACDONALD, M J; MCCARTNEY, N. The Hypotensive Effects of Isometric Handgrip Training Using an Inexpensive Spring Handgrip Training Device. **Journal of cardiopulmonary rehabilitation and preventi**, v. 28, n. 3, p. 203-207, Maio-Junho 2008.

MILLAR, P. J. et al. Isometric handgrip training lowers blood pressure and increases heart rate complexity in medicated hypertensive patients. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 23, n. 5, p. 620-626, Janeiro 2012.

MOHER, D; LIBERATI, A; TETZLAFF, J; ALTMAN, D; PRISMA GROUP. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. **Annals of Internal Medicine**, v. 151, n. 4, p. 264-269, Agosto 2009.

NADERI SH, BESTWICK J, WALD DS. Adherence to Drugs That Prevent Cardiovascular Disease: Meta-analysis on 376,162 Patients. **The American Journal of Medicine**, v. 125, n. 9, p: 882-887, Setembro 2012

OPARIL, S; ZAMAN, M A; CALHOUN, D A. Pathogenesis of hypertension. **Annals of internal medicine**, v. 139, n. 9, p. 761-776, Filadélfia, Novembro 2003.

PESCATELLO LS, FRANKLIN BA, FAGARD R, FARQUHAR WB, KELLEY GA, RAY CA. American College of Sports Medicine Position Stand: Exercise and Hypertension. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 36, n. 3, p: 533-553, 2004.

PICON, R V; FUCHS, F D, MOREIRA, L B; FUCHS, S C. Prevalence of Hypertension Among Elderly Persons in Urban Brazil: A Systematic Review With Meta-Analysis. **American Journal of Hypertension**, v. 26, n.4, p:541-8; Abril 2013.

POLITO. MD & FARINATTI PTV. Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo--produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literature. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 3, n. 1, p. 79-91.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Viena, Áustria, 2016.

RAY CA, CARRASCO DI, CHESTER A, ISOMETRIC DIC. Isometric handgrip training reduces arterial pressure at rest without changes in sympathetic nerve

activity. **American Journal of Physiology and Heart Circulation Physiology**; v. 2390, p :245–9, 2000.

SOUZA MR, RIBEIRO ALP. Revisão Sistemática e Meta-análise de Estudos de Diagnóstico e Prognóstico: um Tutorial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 92, n. 3, p: 241-251, 2009.

SUN Z. Recents advanced in hypertension: Aging, Arterial Stiffness and Hypertension. **Hypertension** , v. 65, p: 252-256, 2015.

TAYLOR AC, MCCARTNEY N, KAMATH M V, WILEY RL. Isometric Training Lowers Resting Blood Pressure and Modulates Autonomic Control. **Medicine and Sciences of Sports and Exercise**, v. 35, n. 2, p:251-6, 2003.

WILES JD, COLEMAN DA, SWAINE IL. The effects of performing isometric training at two exercise intensities in healthy young males. **European Journal of Applied Physiology**,. p.: 419–28, 2010

WILES JD, GOLDRING N, COLEMAN D. Home-based isometric exercise training induced reductions resting blood pressure. **European Journal of Applied Physiology**, p:1–11, 2016

ESTUDO I

Título: Influência da idade sobre as respostas agudas de pressão arterial e frequência cardíaca ao exercício isométrico em adultos.

Resumo:

Introdução: Recentemente, o número de ensaios que buscam verificar possíveis efeitos hipotensores do treinamento isométrico tem aumentado. Todavia, poucos são os trabalhos que trazem subsídios sobre a segurança desta prática através da análise das alterações agudas geradas pela prática destes exercícios, sobretudo em populações especiais, como idosos e hipertensos. **Objetivo:** Investigar na literatura a influência da idade sobre as respostas agudas da pressão arterial (PA) e da frequência cardíaca (FC) após uma sessão de exercício isométrico em adultos. **Métodos:** Foi realizada uma busca nas bases de dados: PubMed, Scopus, Lilacs e PeDro, por ensaios clínicos publicados até 23 de Maio de 2016 que avaliaram o efeito agudo do exercício isométrico sobre os níveis de PA e FC em adultos. Foram incluídos: estudos que buscaram avaliar as respostas de PA e FC a uma sessão de exercício isométrico realizados em sujeitos com idade >18 anos. **Resultados:** Foram incluídos 4 artigos e, apesar de metade dos trabalhos ter sido realizada com adultos e a outra com idosos, a comparação direta dos estudos não foi realizada, devido às divergências entre as características de exercício utilizadas pelos estudos que utilizaram tempo de contração e grupos musculares variados. **Conclusão:** Identificou-se por meio deste trabalho uma a necessidade de produção de trabalhos que busquem avaliar as respostas agudas a protocolos de exercício isométrico com características similares as utilizadas nos programas de treinamentos crônicos atuais, sobretudo em idosos e hipertensos, para que questões sobre o risco e diferenças entre estas populações sejam conhecidas.

Palavras-chave: isometric training, isometric exercise, blood pressure, heart rate.

Periódico submetido: *Clinical Rehabilitation*

ISSN: 0269-2155 / **Fator de impacto:** / **Qualis:** A1 (Educação Física)

Introdução:

Recentemente o interesse pelo exercício isométrico como forma de reduzir os níveis de pressão arterial tem crescido no meio científico ¹⁻⁴. Em parte, esse interesse pode ser justificado pelo alto número de hipertensos no mundo, aproximadamente 26% da população mundial ⁵, e sua grande relação desta doença com o desenvolvimento de doenças cardiovasculares ^{6,7} e o envelhecimento, de modo que atinge 68% dos idosos ⁸. O pouco tempo destinado a prática diária desta modalidade de exercício e a possibilidade de redução ou prevenção do uso de fármacos mediante uma possível normalização dos valores pressóricos promovida pela sua prática frequente podem justificar seu uso.

Atualmente, alguns fatores de influência sobre as respostas de pressão arterial e frequência cardíaca ao exercício já são conhecidas, como volume muscular ativo, duração e intensidade da contração isométrica ⁹⁻¹¹. Neste contexto, costuma-se observar que contrações realizadas com grupos musculares, durações e intensidades maiores costumam gerar durante as sessões de exercício maiores aumentos dos níveis pressóricos e/ou da frequência cardíaca. Como exemplo, o trabalho do grupo de Seals et al. (1983) mostrou que os exercícios isométricos de dupla extensão dos joelhos chegam a gerar aumentos duas vezes maior da frequência cardíaca e 14 mmHg na pressão arterial média (PAM) a mais que o exercício de preensão manual isométrico em jovens normotensos ⁹.

Entender o comportamento de outras possíveis variáveis intervenientes é necessário para a prescrição de programas de treinos melhor delineados e mais adequados às populações alvos. Uma destas variáveis é a idade, visto que a alta taxa de incidência nesta população, entender a influencia desta variável sobre as respostas cardiovasculares agudas ao treino isométrico é inecessário⁸. Deste modo, este trabalho teve por objetivo conduzir uma revisão sistemática com meta-análise sobre a influência da idade sobre as respostas agudas de pressão arterial e frequência cardíaca.

Material e métodos:

Este estudo foi desenvolvido em acordo com as orientações da Prisma para registro transparente e detalhado dos dados ¹². Foi realizada uma busca sistemática na literatura para obtenção de estudos relevantes sobre os efeitos do exercício isométrico sobre índices de PAM, pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e frequência cardíaca (FC) publicados nas bases: PubMed, PeDro, Lilacs e Scopus desde das datas de suas primeiras publicações até 23 de Maio de 2016 . Para fins desta busca foram considerados os estudos que avaliaram o efeito de uma intervenção de exercício isométrico e que realizaram as mensurações pós-intervenção imediatamente após o termino das sessões.

Os descritores *“blood pressure”, “heart rate”, “isometric training”, “isometric exercise”* e *“static exercise”* foram utilizados de maneira estrategicamente combinada para que ensaios clínicos randomizados fossem encontrados (Quadro1). Os títulos identificados foram sumarizados em uma tabela do Excel e os duplicados foram excluídos por um único examinador. Dois examinadores independentes foram responsáveis por analisar os títulos identificados e as possíveis divergências quanto à inclusão ou não dos mesmos foram resolvidas por um terceiro revisor cuja experiência acadêmica era superior à dos demais.

Após a análise dos títulos, aqueles considerados como passíveis de inclusão tiveram seus resumos avaliados pelos mesmos pesquisadores seguindo a dinâmica utilizada para os títulos, e, caso fossem considerados aptos a comporem esta revisão, eram lidos na íntegra, para que a inclusão ou não destes em definitivo.

Critérios de inclusão

Foram incluídos ensaios clínicos controlados randomizados publicados em inglês, realizados com população acima de 18 anos e que possuísem em informações sobre PAM, PAS, PAD ou FC entre os desfechos analisados após uma sessão de exercício isométrico.

Quadro 3 Descritores utilizados na busca sistemática.

Descritores utilizados na busca
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>“isometric training” OR “isometric exercise” OR “static exercise”</i> 2. <i>“blood pressure” OR “heart rate”</i>

1. Descritores utilizados para intervenção; 2. Descritores utilizados para as variáveis de interesse deste estudo.

Critérios de exclusão

Estudos com intervenções mistas (ex.: dieta + exercício isométrico, isquemia muscular pós-exercício + exercício isométrico), realizados com animais, com voluntários com cardiopatias diagnosticadas, diabetes, estudos de revisão e estudos que não realizaram as mensurações das variáveis imediatamente após o término das sessões de exercício.

Risco de viés dos estudos:

O risco de viés dos estudos foi avaliado por meio do *Consort* da Cochrane para ensaios clínicos randomizados. Esta ferramenta é composta por duas partes e sete domínios que são: viés de seleção – geração de sequencia aleatória, ocultação de alocação, viés de performance – cegamento de participantes e profissionais, viés de detecção – cegamento de avaliadores de desfecho, viés de atrito – desfechos incompletos - , viés de relato – relato de desfecho seletivo – e outros vieses – outras fontes ¹³.

Tratamento estatístico

A extração dos dados foi realizada por um dos avaliadores envolvidos nos processos anteriores. Os dados acerca dos desfechos escolhidos como objeto de análise deste estudo foram tabulados em planilha do Excel e os estudos foram separados de acordo com a idade da amostra envolvida, >60 anos ou menor.

A heterogeneidade da meta-análise foi avaliada por meio do teste Q de Cochrane com hipótese nula de que os estudos selecionados eram homogêneos

¹⁴. Com base nesta análise, foi realizada a escolha para a medida de efeito, fixo ou aleatório, para cada meta-análise gerada neste trabalho.

Em seguida, quando possível, foi realizado o tratamento estatístico dos dados, no qual foi utilizada a diferença média padronizada (DMP) dos dados e as estimativas de meta-efeito com intervalos de confiança de 95%. Os *funnel plots* foram utilizados para avaliar o potencial de viés de publicação. Foi considerado um nível de significância de $p < 0.05$ e todas as análises foram realizadas com o Programa R versão 3.3.2 e com o pacote “Metafor” ^{15, 16}.

Resultados:

Após a busca nas bases de dados, foram selecionados 2839 títulos, destes 173 foram excluídos por se apresentarem duplicados. Dos 2.666 restantes, 2.621 títulos foram excluídos por meio da análise do título, 35 após os resumos e 10 após a leitura dos trabalhos na íntegra (Figura 1).

Visão geral dos ensaios clínicos:

Curiosamente, todos os ensaios analisados se caracterizaram por design crossover randomizado. No entanto as etapas adotadas durante o processo de randomização não foram descritas em detalhes neles. As características de intensidade, número de séries, grupo muscular e principais achados dos ensaios clínicos foram descritas em detalhes na tabela 1.

A intervenção variou entre os estudos tanto em grupo muscular utilizado quanto na duração e frequência das contrações isométricas. Neste contexto, Hugett et al. (2004) avaliaram três series de 10 repetições com 15 segundos de duração a 30%CVM (contração voluntária máxima) de dupla extensão isométrica dos joelhos – *double leg extension*; MILLAR, MACDONALD & MCCARTNEY (2011) realizaram três protocolos diferentes de preensão manual – também conhecido como *handgrip* isométrico – a 30%CVM, e um controle simulado cuja intensidade de contração foi de apenas 3%CVM. Seals et al. (1985; 1988) estudaram intervenções similares em seus estudos: *handgrip* isométrico e *double leg extension* a 30%CVM por três minutos, com diferença apenas para o exercício

de *dead-lift*, que foi realizado apenas no estudo mais antigo. Este foi realizado com mesma duração e percentual de CVM que os demais.^{9, 10, 17, 18}

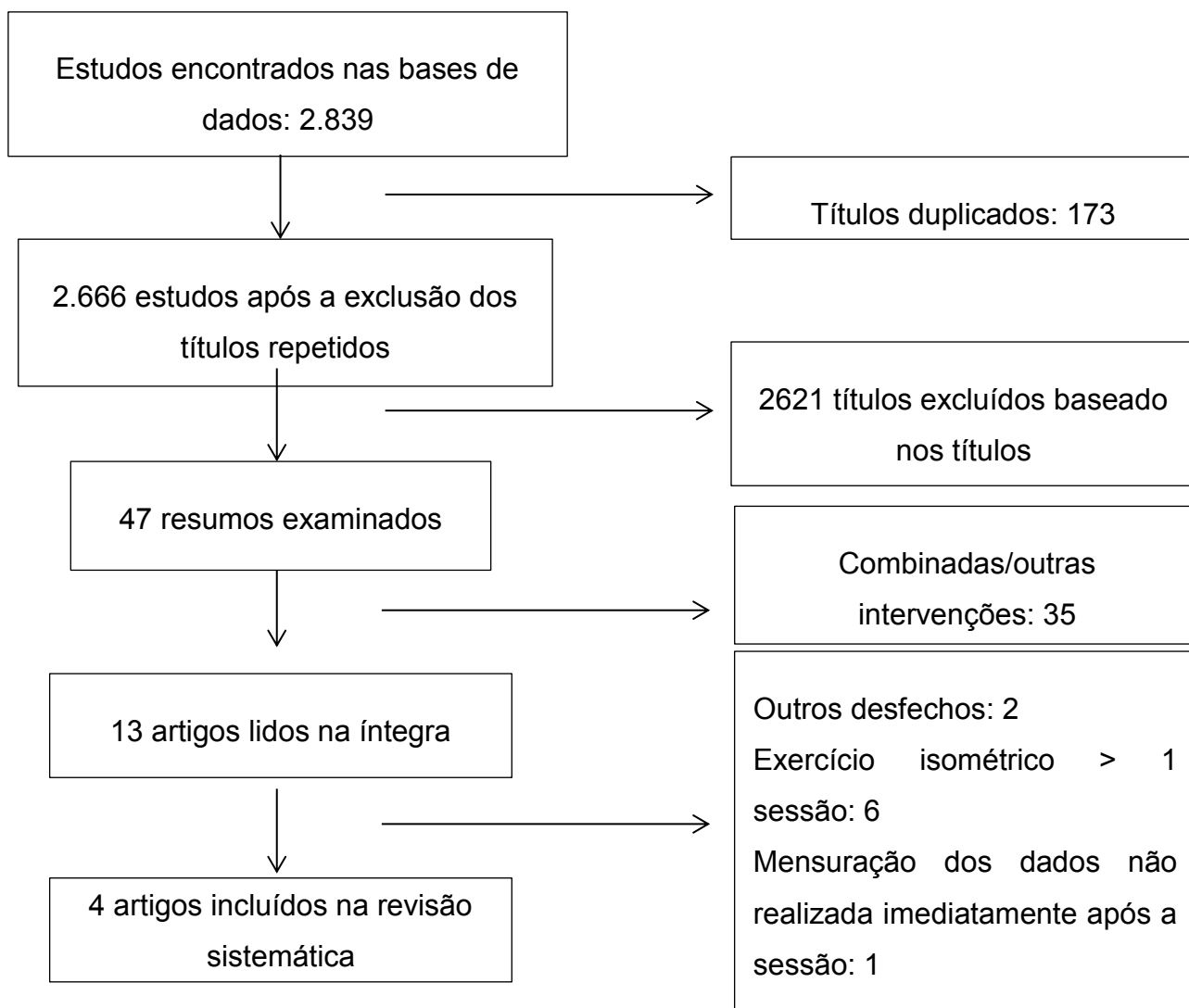


Figura 1 Fluxograma da seleção dos artigos incluídos na revisão sistemática.

Em relação à idade das amostras utilizadas nos trabalhos. Dos quatros estudos selecionados, dois trabalhos apresentaram amostras compostas por sujeitos com média de idade superior a 60 anos^{10, 17}. Nestes, um avaliou as respostas agudas de PAM, PAS, PAD e FC¹⁰ ao *handgrip* e o outro a contrações de curta duração de dupla extensão dos joelhos¹⁷. Os outros dois trabalhos, que por sinal foram produzidos por grupo de autores igual, utilizaram adultos jovens

com média de idade entre 20 e 30 e avaliaram somente mudanças na PAM e FC^{9, 18}. Entre todos os estudos, apenas um pequeno grupo do estudo publicado em 1985 por Seals. et al. foi constituído por hipertensos⁹, enquanto que os demais estudaram apenas normotensos.

Tabela 1 Características básicas dos ensaios clínicos.

Autor principal (Ano)	Status de PA inicial	Idade	Intervenções isométricas	Principais achados
Seals (1983)	Normotensos	20-30 anos	Preensão manual isométrica, 3 minutos a 30%CVM Dupla extensão dos joelhos, 3 minutos 30%CVM “Dead-lift”, 3 minutos a 30% CVM	ΔFC : 20 \pm 3 bpm ΔPAM : 25 \pm 3 mmHg ΔFC : 45 \pm 7 bpm ΔPAM : 39 \pm 3 mmHg ΔFC : 56 \pm 5 bpm ΔPAM : 51 \pm 3 mmHg
Seals (1985)	Hipertensos e normotensos	25 \pm 5 anos	Preensão manual isométrica, 3 minutos a 30% CVM Dupla extensão de joelhos, 3 min a 30% CVM	Normotensos: ΔFC : 21 \pm 11 bpm ΔPAM : 28 \pm 15 mmHg Hipertensos: ΔFC : 17 \pm 12 bpm ΔPAM : 34 \pm 14 mmHg Normotensos: ΔFC : 44 \pm 22 bpm ΔPAM : 41 \pm 13 mmHg Hipertensos: ΔFC : 39 \pm 16 bpm ΔPAM : 47 \pm 12 mmHg
Hugett (2004)	Normotensos	74 \pm 5 anos	Dupla extensão de joelhos,	ΔFC : 9,6 \pm 9,1 bpm ΔPAM : 29,6 \pm 18,6 mmHg

			3 x 10 contrações de 3 segundos de duração com intervalos de 1 segundos entre as repetições e 2 minutos entre as séries.	Δ PAS: 39 ± 30 mmHg Δ PAD: $25 \pm 17,4$ mmHg
Millar (2011)	Normotensos	70 \pm 5 anos	<p>Preensão manual isométrica, 4x2 minutos a 30% CVM, 1 minuto de repouso.</p> <p>Preensão manual isométrica, 8x1 minuto a 30%CVM, 30 segundos de repouso.</p> <p>Preensão manual isométrica, 16x30 segundos a 30%CVM, 15 segundos de repouso.</p> <p>Controle simulado: Preensão manual isométrica, 4x2 minutos a 3% CVM, 1 minuto de repouso.</p>	<p>ΔFC: 17 bpm ΔPAM: 3 mmHg ΔPAS: 7 mmHg ΔPAD: 2 mmHg</p> <p>ΔFC: 14 bpm ΔPAM: 1 mmHg ΔPAS: 1 mmHg ΔPAD: 2 mmHg</p> <p>ΔFC: 14 bpm ΔPAM: -1 mmHg ΔPAS: 1 mmHg ΔPAD: 2 mmHg</p> <p>ΔFC: 10 bpm ΔPAM: 1 mmHg ΔPAS: 1 mmHg ΔPAD: 1 mmHg</p>

CVM: Contração Voluntária Máxima.

Análise quantitativa:

Como apenas os dados referentes a sujeitos com idade inferior a 60 anos foram obtidos a partir de estudos que utilizaram metodologias de exercício muito similares que possibilitou a formação de um único grupo amostral para elaboração de uma avaliação meta-analítica, foi realizado tratamento estatístico para estes. Todavia, foi desconsiderado para esta parte um dos grupos de sujeitos envolvido no trabalho de Seal et al (1988) por ser o único a ser composto por idosos.ao se

realizar a distribuição de normalidade dos dados a partir dos grupos avaliados, notou-se um comportamento heterogêneo dos dados e, por este motivo, se optou por um modelo de efeito aleatório para a estatística (Tabela 2). Então, as estimativas meta-analíticas obtidas a partir destes dados mostraram aumentos nas diferenças médias padronizadas de +5,98 [-0,59 , 12,56] da PAM após o *double leg extension* e +3,77 [-0,65 , 8,19] após o *handgrip* da FC imediatamente após exercícios de preensão manual isométrica (Figura 2) e de +9,5 [-0,41 , 19,41] na PAM e de +4,7 [-0,47 , 9,88] da FC após esforços isométricos de dupla extensão isométrica dos joelhos (Figura 3).

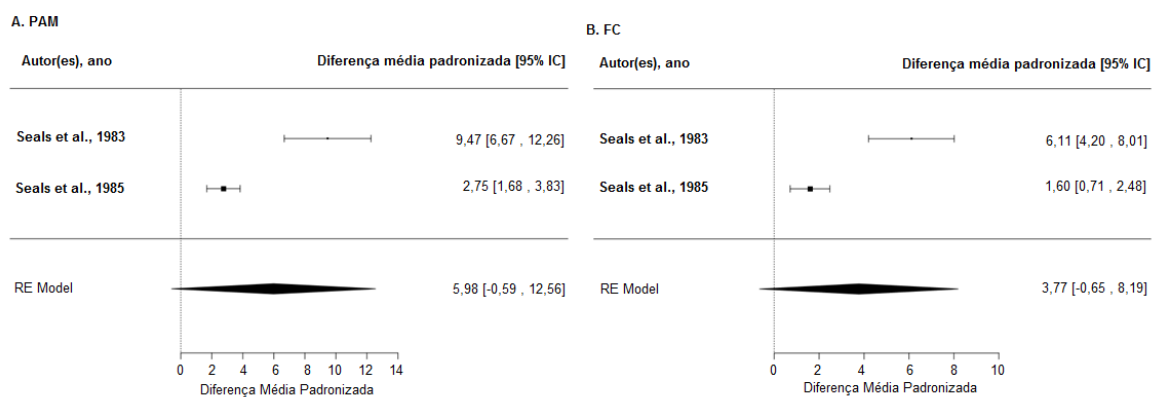


Figura 2 Forest plot das mudanças das diferenças médias padronizadas da PAM e FC após sessão de preensão manual isométrica.

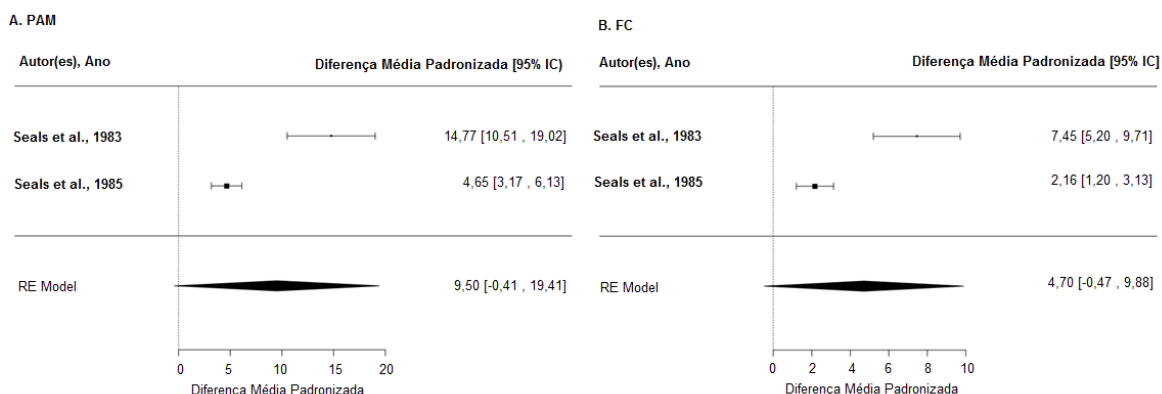


Figura 3 Forest plot dos intervalos de confiança das diferenças das médias padronizadas da PAM e FC após sessão de dupla extensão de joelhos isométrica.

Tabela 2 Estimativas meta-analíticas das diferenças médias padronizadas da pressão arterial média e da frequência cardíaca.

I² de Higgins e Thompson		Teste Q de Cochran	
		Qui-quadrado	Valor p
Double leg extension			
Pressão arterial média	0,95	19,40	< 0.001
Frequência cardíaca	0,94	17,84	< 0.001
Handgrip			
Pressão arterial média	0,95	19,32	< 0.001
Frequência cardíaca	0,94	17,75	< 0.001

Significância estatística p<0,05

Qualidade dos estudos:

Os estudos apresentaram uma classificação de risco de viés similar na maior parte dos componentes avaliados (Figura 4). Todos os trabalhos apresentaram risco incerto para a ocorrência de viés de seleção: geração de sequencia aleatória e ocultação de alocação, por não apresentarem detalhes sobre o processo de randomização utilizado na determinação da ordem de execução das diferentes modalidades dos exercícios isométricos utilizados em seus estudos.

Na avaliação de viés de performance, os dois trabalhos do grupo de Seals et al. apresentaram um alto risco de viés visto que as intervenções utilizadas era muito diferentes entre si o que impossibilitou o cegamento dos profissionais sobre a intervenção realizada pelos sujeitos^{9, 18}. Dos quatro trabalhos, apenas um apresentou uma forma de controle simulado – no qual os participantes realizaram procedimentos parecidos aos grupos de intervenção, mas com intensidade muito baixa 3% CVM- que possivelmente pode ter colaborado para minimizar o risco gerado pelo não cegamento dos participantes e dos profissionais¹⁰. Todavia,

como não houve relatos do cegamento, este trabalho recebeu a mesma classificação dos demais.

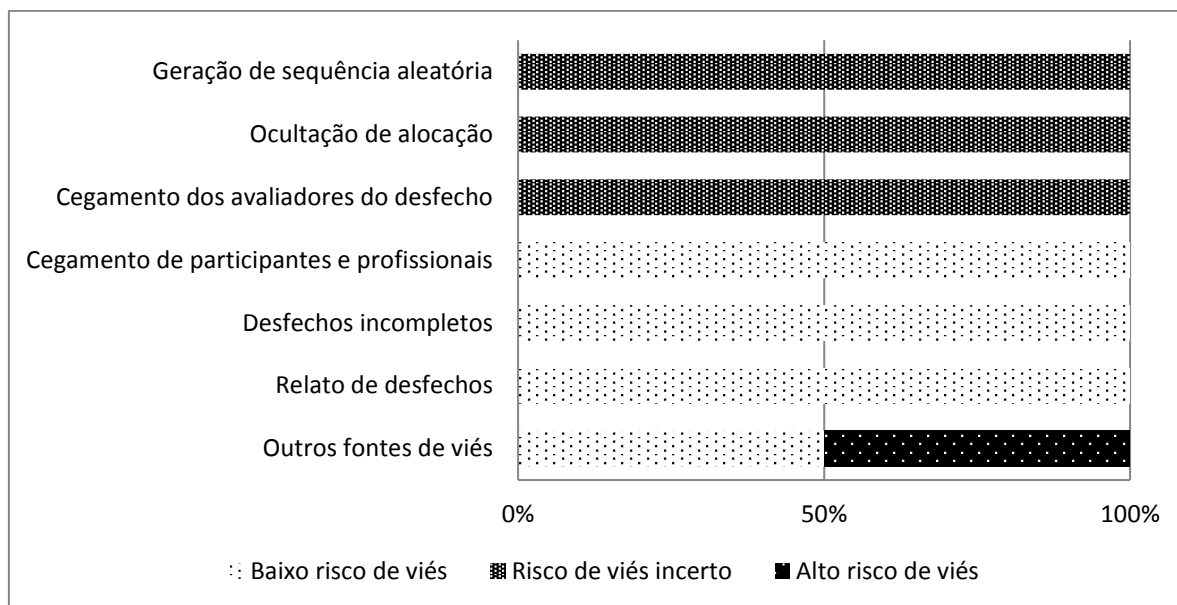


Figura 5 Risco de viés dos estudos incluídos nesta revisão.

Nenhum dos trabalhos relatou formas de cegamento dos avaliadores de desfecho, o que pode ter implicado em um alto risco de viés de detecção nos estudos. Todavia, devido à falta de informações foi considerado um risco incerto. Entre outras possíveis fontes de viés, optou-se neste trabalho em observar o método utilizado para mensuração dos valores de PA. Neste quesito, os dois trabalhos mais recentes foram classificados com alto risco de viés por utilizarem os mecanismos oscilométricos não-invasivos que podem subestimar os valores pós-exercício, já que não permitem o acompanhamento em tempo real das mudanças nos valores de pressão, e além disso podem sofrer influências pela interação avaliador-avaliado^{10, 17}. Enquanto que os outros apresentaram baixo risco devido ao uso de técnica invasiva por meio da utilização de cateteres introduzidos na artéria braquial considerado o padrão ouro por permitirem um acompanhamento contínuo da PA^{9, 18, 19}.

Discussão:

Através da observação dos trabalhos selecionados nesta revisão^{9, 10, 16, 17}, se nota uma necessidade de estudos que busquem elucidar as respostas de PA e FC a protocolos de isometria similares aos que vêm sendo utilizados em pesquisas que avaliem o treinamento isométrico: quatro séries de dois minutos de *handgrip* a 30% CVM²⁰⁻²³ e, principalmente, de *double leg extension* a 85% FC_{máx}²⁴⁻²⁷. Visto que para utilização deste é necessária a realização destes isométricos incrementais, no qual se observa o comportamento da PA e da FC durante contrações realizadas em diferentes percentuais de eletromiografia máxima dos vastos laterais e que, até o momento, não foram realizados em sujeitos idosos e hipertensos. A realização destes testes em adultos jovens e com idade entre 45-60 anos têm demonstrado estados estáveis dos níveis de PA e de FC²⁴⁻²⁷, o que pode possibilitar um maior controle cardiovascular do exercício e ser uma opção de modalidade para aqueles sujeitos que apresentam limitações articulares que limitam ou inviabilizam os exercícios dinâmicos contínuos, como em pacientes com artrose ou acamados. Todavia, estudos em populações deste tipo também são necessários.

Durante o exercício alguns mecanismos, centrais e periféricos, atuam no controle cardiovascular para compensar o aumento da demanda energética, que pode ser observado pelo aumento do consumo de oxigênio e suprido por um aumento do débito cardíaco, tanto por meio do aumento da FC quanto do volume sistólico²⁸. Inicialmente, o comando central atua a fim de recrutar unidades motoras para realização do esforço, essa estimulação também é responsável por ativar áreas relacionadas ao controle cardiovascular no bulbo que controlam os níveis de modulação simpático-vagal²⁸ e, assim, diminuir o drive parassimpático e aumentar a FC para compensar a necessidade de um maior débito cardíaco. Com a continuidade do exercício, o balanço autonômico, por meio de aumentos da atividade simpática, é modulado em resposta à intensidade, à duração e à massa muscular envolvida através de controles periféricos, que se originam tanto a partir dos mecanorreceptores quanto dos metaborreceptores. Em decorrência destas modulações, se observa aumentos da FC, da contratilidade miocárdica, vasodilatação nas musculaturas ativamente envolvidas com o esforço

e vasoconstrição nos leitos vasculares de órgãos e músculos inativos. Este comportamento de diminuição do drive parassimpático acompanhado pelo aumento da atividade simpática já foi observado durante alguns ensaios clínicos com exercício isométrico ^{29,30}.

No exercício isométrico, estas mudanças são responsáveis por gerar também aumentos da PAM. Todavia, entre os trabalhos encontrados nesta revisão, apenas aqueles realizados com adultos jovens ^{9, 17} apontaram para aumentos acima de 25 mmHg para o *handgrip* e 39 mmHg para o *double leg extension*, respectivamente. Enquanto que, entre os realizados com idosos mostram mudanças de apenas 3 mmHg para aqueles e de 29mmHg para estes. Os protocolos de sessão de isometrias utilizados pode ser uma explicação para estas diferenças. Enquanto que os estudos com adultos jovens ^{9, 17} utilizaram únicas contrações de três minutos ininterruptos tanto de *handgrip* quanto de *double leg extension*, no estudo de Millar et al.¹⁰ realizado com idosos foram aplicados variados protocolos, cujos volumes de exercício eram iguais, mas diferenças no número de séries e nos períodos de descanso e de contração que atingiu o máximo de dois minutos, e no de Hugett et al.¹⁶ foram realizadas 3 séries 10 repetições de três segundos de duração com intervalos de um segundo entre as contrações isométricas de *double leg extension* e dois minutos entre as séries configurando durações menores para cada contração. Os níveis de PA nos exercícios resistidos costumam aumentar com a duração do exercício e, por isso, maiores valores são observados ao final das séries ^{31, 32}. Desta forma, contrações isométricas mais longas podem gerar maiores alterações o que poderia explicar as diferenças.

Outra possível explicação pode ser atribuída às alterações estruturais observadas na senescência ^{33, 34}, devidos às quais se nota perda da complacência arterial em decorrência da deposição de colágeno nas paredes vasculares, e assim, diminuição da capacidade de retração arterial durante a diástole cardíaca acarretando menores valores de PAD nos idosos e pode representar uma menor capacidade adaptativa ao esforço, já que PAM tem relação direta com o valor da PAD e é mais influenciada por esta do que pela

PAS, como pode ser observada através da equação comumente utilizada para calculo indireto da PAM, onde a $PAM = PAD [PAS - PAD] / 3$.

Períodos de acompanhamento da recuperação da FC e da PA após sessões de isometria vêm sendo realizados em alguns estudos ^{10, 32, 35, 36}, e tem se notado que períodos de cinco minutos são suficientes para reverter os pequenos picos gerados durante os protocolos de isometria utilizados, bem como para gerar sutis diminuições da PAS em relação aos valores de base, o que pode sugerir certa segurança da atividade. Esta rápida reversão dos aumentos de PA e FC gerados durante as isometrias são explicados pela diminuição ou abolição do envio de sinais de estimulação simpática do comando central ao centro cardiovascular, pela reativação vagal e pelo término dos estímulos gerados pela compressão mecânica dos músculos ativamente envolvidos nos esforços que permite uma menor compressão dos vasos e, assim, um menor acúmulo de metabólitos ²⁸. Esta melhora do balanço parassimpático e uma maior atividade parassimpática já puderam ser observadas em um período 30 minutos de recuperação e pode sugerir um possível mecanismo de adaptação envolvido nas reduções geradas pela cronicidade do treino ³⁵. Além disso, o estresse de cisalhamento aumentado nos vasos durante a manutenção da contração atua estimulando a liberação de substâncias pela parede vascular, como óxido nítrico cuja ação vasodilatadora é potente o que pode justificar o aumento de hiperemia e do fluxo sanguíneo observado nos músculos exercitados após período de treino com *handgrip* ^{37, 38}. Todavia são necessários estudos que realizem acompanhamentos mais longos para que a duração aguda destas melhorias de modulação possa ser conhecida.

Limitações:

A não inclusão de artigos não publicados em inglês, bem como a não utilização de outros descritores como: “*arterial pressure*” e “*hypertension*” podem sugerir uma possível limitação deste estudo.

Conclusão:

Foram observadas menores aumentos de PAM em idosos e diferenças sutis nas respostas de FC. Todavia, para uma melhor compreensão das

diferenças e dos fatores que levam as tais na realização na execução de exercícios isométricos e para uma prescrição segura destes são necessários ainda mais estudos, sobretudo que busquem elucidar o comportamento cardiovascular em resposta ao que vem sendo recomendado no manejo e na prevenção da hipertensão arterial pela Sociedade Cardiovascular Canadense, bem como aos protocolos baseados em percentuais de frequência cardíaca, que até o momento não foram aplicados em populações idosas e que podem representar uma maneira mais bem controlada desta modalidade de exercício.

Referências bibliográficas

1. Millar PJ, Bray SR, McGowan CL, MacDonald MJ, McCartney N. Effects of isometric handgrip training among people medicated for hypertension: a multilevel analysis. *Blood Press Monit.* 2007;12(August 2016):307–14.
2. Baross AW, Wiles JD, Swaine IL. Double-leg isometric exercise training in older men. *Open access J Sport Med [Internet]*. 2013;4:33–40. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3871900&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
3. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc.* 2013;2(1):1–9.
4. Inder JD, Carlson DJ, Dieberg G, Mcfarlane JR, Hess NCL, Smart NA. Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis to optimize benefit. *Nature Publishing Group*; 2015;39(2):88–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/hr.2015.111>
5. Kearney PM et al. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. *Lancet* 2005, 365: 217-223.
6. Lawes CMM, Hoorn S Vander, Rodgers A, Society I. Global burden of blood-pressure-related disease, 2001. 2001;1513–8.
7. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet.* 2012;380(9859):2224–60.
8. Picon R V., Fuchs FD, Moreira LB, Fuchs SC. Prevalence of hypertension among elderly persons in urban Brazil: A systematic review with meta-analysis. *Am J Hypertens.* 2013;26(4):541–8.
9. Seals R, Nagle J, Hanson G. Increased cardiovascular response to static contraction of larger muscle groups. 1983;

10. Millar PJ, Macdonald MJ, McCartney N. Effects of Isometric Handgrip Protocol on Blood Pressure and Neurocardiac Modulation. *Int J Sports Med* 2011; 32: 174 – 180.
11. Araújo CGS De, Duarte CV, Gonçalves FDA, Medeiros HBDO, Lemos FA, Gouvêa AL. Hemodynamic responses to an isometric handgrip training protocol. *Arq Bras Cardiol* [Internet]. 2011;97(5):413–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22011802>
12. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Academia and Clinic Annals of Internal Medicine Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses : 2009;151(4):264–9.
13. Carvalho APV, Silva V GA. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. *Diagnóstico Trat* [Internet]. 2013;18(1):38–44. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-670595#>
14. Higgins JPT, Green S (editors). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions* Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Available from www.handbook.cochrane.org.
15. Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *Journal of Statistical Software*, 36(3), 1-48. Available from: <http://www.jstatsoft.org/v36/i03/>
16. Huggett DL, Elliott ID, Overend TJ, Vandervoort AA. Comparison of Heart-Rate and Blood-Pressure Increases during Isokinetic Eccentric Versus Isometric Exercise in Older Adults. *J Aging Phys Act*. 2004;12(2):157–69.
17. Seals DR, Ph D, Hanson PG, Washburn RA, Ph D, Painter PL, et al. Cardiovascular Response to Static Contraction in Borderline Hypertension. 1985;352:348–52.
18. Millar PJ, Levy AS, McGowan CL, McCartney N, Macdonald MJ. Isometric handgrip training lowers blood pressure and increases heart rate complexity in medicated hypertensive patients. *Scand J Med Sci Sport*. 2013;23(5):620–6.
19. Polito MD, de Tarso Veras Farinatti P. Considerações sobre a medida da pressão arterial em exercícios contra-resistência. *Rev Bras Med do Esporte*. 2003;9(1):25–33.
20. Leung AA, Nerenberg K, Daskalopoulou SS, McBrien K, Zarnke KB, Dasgupta K, et al. Hypertension Canada's 2016 Canadian Hypertension Education Program Guidelines for Blood Pressure Measurement, Diagnosis, Assessment of Risk, Prevention, and Treatment of Hypertension. *Can J Cardiol*. 2016;32(5):569–88.
21. Stiller-Moldovan C, Kenno K, McGowan CL. Effects of isometric handgrip training on blood pressure (resting and 24 h ambulatory) and heart rate variability in medicated hypertensive patients. *Blood Press*

- Monit [Internet]. 2012;17(2):55–61. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22322195>
22. Badrov MB, Freeman SR, Ann M, Philip Z, McGowan CL. Isometric exercise training lowers resting blood pressure and improves local brachial artery flow - mediated dilation equally in men and women. *Eur J Appl Physiol*. Springer Berlin Heidelberg; 2016;
 23. Ray CA, Carrasco DI, Chester A, Isometric DIC. Isometric handgrip training reduces arterial pressure at rest without changes in sympathetic nerve activity. 2000;2390:245–9.
 24. Wiles JD, Allum SR, Coleman DA, Swaine IL. The relationships between exercise intensity , heart rate , and blood pressure during an incremental isometric exercise test. 2008;(October 2014):37–41.
 25. Wiles JD, Goldring N, Coleman D. Home-based isometric exercise training induced reductions resting blood pressure. *Eur J Appl Physiol*. Springer Berlin Heidelberg; 2016;1–11.
 26. Baross AW, Wiles JD, Swaine IL. Effects of the intensity of leg isometric training on the vasculature of trained and untrained limbs and resting blood pressure in middle-aged men. *Int J Vasc Med*. 2012;2012.
 27. Wiles, D J, Coleman, D A, Swaine IL. The effects of performing isometric training at two exercise intensities in healthy young males. 2010; 108: 419–28.
 28. Nobrega ACL, O’Leary D, Silva BM, Marongiu E, Piepoli ME, Crisafulli A. Neural Regulation of Cardiovascular Response to Exercise: Role of Central Command and Peripheral Afferents. *BioMed Research International*, 2014: 1-20.
 29. GALLO JR L, MACIEL BC, MARIN-NETO JA, MARTINS LEB, LIMA FILHO EC, MANÇO JC. The use of isometric exercise as a means of evaluating the parasympathetic contribution to the tachycardia induced by dynamic exercise in normal man*. *Eur J Appl Physiol*, 1988: 412:128-132
 30. António AMS, Cardoso MA, Amaral JAT, Abreu LC, Valenti VE. Cardiac autonomic modulation adjustments in isometric exercise. *MedicalExpress (São Paulo, online)*. 2015;2(1):M150102
 31. Benn SJ, McCartney N, McKelvie RS. Circulatory responses to weight lifting, walking, and stair climbing in older males. *J Am Geriatr Soc*, 1996;22 (2):121-5.
 32. Mota YL, Barreto SL, Bin PR, Simões HG, Campbell CSG. Cardiovascular responses in the seated posture of the Global Postural Reeducation (GPR) method, *Rev Bras Fisioter*, (São Carlos), 2008: 12(3): 161-168.
 33. OPARIL, S; ZAMAN, M A; CALHOUN, D A. Pathogenesis of hypertension. **Annals of internal medicine**, 2003: 139(9): 761-776.

34. Sun Z. Aging, Recent advances in hypertension: Arterial Stiffness, and Hypertension. (Hypertension. 2015;65:252-256. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.03617.)
35. Millar PJ, MacDonald MJ, Bray SR, McCartney N. Isometric handgrip exercise improves acute neurocardiac regulation. *Eur J Appl Physiol.* 2009;107(5):509–15.
36. Olher RRV, Bocalini DS, BACURAU RF, Rodriguez D, Figueira Jr A, Pontes Jr FL, Navarro F, Simões HG, Araujo RC, Moraes MR. Isometric handgrip does not elicit cardiovascular overload or post-exercise hypotension in hypertensive older women. *Clinical Interventions in Aging* 2013;8 649–65
37. Badrov MB, Horton S, Millar PJ, McGowan CL. Cardiovascular stress reactivity tasks successfully predict the hypotensive response of isometric handgrip training in hypertensives. *Psychophysiology.* 2013;50(4):407–14.
38. Badrov MB, Freeman SR, Ann M, Philip Z, McGowan CL. Isometric exercise training lowers resting blood pressure and improves local brachial artery flow - mediated dilation equally in men and women. *Eur J Appl Physiol.* Springer Berlin Heidelberg; 2016: DOI 10.1007/s00421-016-3366-2;

ESTUDO II

Título: Efeitos crônicos do exercício isométrico sobre os níveis de pressão arterial e frequência cardíaca: revisão sistemática com meta-análise.

Resumo

Introdução: A hipertensão arterial afeta aproximadamente 26% da população mundial e representa um importante fator de risco para a ocorrência de doenças cardiovasculares. O treino de exercício isométrico vem sendo estudado como uma ferramenta potencial de reduzir os níveis pressóricos e apresenta algumas vantagens como a facilidade da prática domiciliar e curto período de tempo necessário às sessões de treino. No entanto, os ensaios clínicos realizados com o objetivo de avaliar os efeitos crônicos do treino isométrico sobre a pressão arterial abrangem pequenos grupos amostrais o que pode limitar a interpretação dos resultados. **Objetivo:** Conduzir uma revisão sistemática da literatura e subsequente meta-análise sobre o efeito do exercício isométrico sobre a pressão arterial (PA) e da frequência cardíaca (FC) de repouso de adultos. **Métodos:** Foi realizada uma busca nas bases de dados: PubMed, Scopus, Lilacs e PeDro, por ensaios clínicos publicados até 23 de Maio de 2016 que avaliaram o efeito do exercício isométrico sobre os níveis de PA e FC em adultos. Foram incluídos: artigos com período de intervenção > 4 semanas realizados em sujeitos com idade >18 anos. Foi utilizado um modelo de efeito fixo para análise e os dados foram reportados em diferenças médias padronizadas com intervalo de confiança de 95%. **Resultados:** Foram encontrados inicialmente 2839 títulos destes, após a exclusão de títulos repetidos e estudos que não contemplassem os critérios de exclusão desta meta-análise, foram incluídos 2 artigos (21 sujeitos no treino isométrico e 17 no controle). Reduções significativas foram observadas apenas na PA sistólica (PAS) e na PA média (PAM), $-1.58 [-2.64, -0.51]$, $p = 0,004$, e $-0.91 [-1.58, -0.24]$, $p = 0,008$, respectivamente. **Conclusão:** Os resultados sugerem que o treino de exercício isométrico é potencialmente capaz de reduzir os níveis

de PAS e PAM em hipertensos, podendo ser utilizado como coadjuvante à outras formas de tratamento.

Palavras-chave: isometric training, isometric exercise, blood pressure, heart rate.

Periódico submetido: *Sports Medicine*

ISSN: 1179-2035 / **Fator de impacto:** 5.579 / **Qualis:** A1 (Educação Física)

Introdução

A hipertensão arterial é um importante problema de saúde atinge 26% da população mundial ¹ e está relacionada com o aumento da incidência de doenças cardiovasculares como infarto do miocárdio e acidente vascular ². Por este motivo há uma necessidade do controle dos níveis pressóricos, tanto em caráter preventivo nos sujeitos cujos valores de pressão arterial são normais, quanto no sentido de normalizar os valores dos hipertensos.

Neste sentido, diversas mudanças de hábitos de vida vêm sendo propostas como formas de manejo da pressão arterial por diversas diretrizes ^{3,4,5}. Entre as principais, observa-se a redução do consumo de sódio, do tabagismo e do alcoolismo, bem como o aumento do estímulo a prática regular de atividade física. Em geral, o exercício aeróbico vem sendo proposto como modalidade primária de exercício a ser utilizado no manejo da pressão arterial e os exercícios resistidos dinâmicos como coadjuvantes. Recentemente, a *Canadian Cardiovascular Society* passou a recomendar a prática da preensão manual isométrica para sujeitos em estágio de hipertensão I e normotensos ^{3,5}. No entanto, estas recomendações ainda são tidas com cautelas e com baixo nível de evidência e outras formas de isometria ainda não são recomendadas, segundo este documento.

Entre as possíveis vantagens que vem sendo observadas pelos ensaios clínicos sobre a utilização do treino isométrico no controle da pressão arterial se tem a baixa demanda tempo necessário à prática diária da atividade, em torno de 14 a 17 minutos, a possibilidade de realizá-los em casa ^{6,7} e capacidade de redução principalmente dos níveis de pressão arterial sistólica ^{8,9,10}. No entanto

ainda são necessários estudos que garantam um arcabouço forte para subsidiar a utilização destes exercícios. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo conduzir uma busca sistemática da literatura com meta-análise sobre o efeito crônico do exercício isométrico sobre a pressão arterial sistólica, diastólica e média, e a frequência cardíaca de adultos.

Material e métodos:

Este estudo foi desenvolvido em acordo com as orientações da Prisma ¹¹ para registro transparente e detalhado dos dados. Foi realizada uma busca sistemática na literatura para obtenção de estudos relevantes sobre os efeitos crônicos do treino isométrico sobre índices de PA média (PAM), PAS, PAD e FC publicados nas bases: PubMed, PeDro, Lilacs e Scopus até 23 de Maio de 2016. Para fins desta busca foram considerados os estudos que realizaram um número cumulativo de sessões cujo período mínimo de intervenção foi de quatro semanas.

Os descritores *“blood pressure”*, *“heart rate”*, *“isometric training”*, *“isometric exercise”* e *“static exercise”* foram utilizados de maneira estrategicamente combinada para que ensaios clínicos randomizados fossem encontrados. Os títulos identificados foram sumarizados em uma tabela do Excel e os títulos duplicados foram excluídos por um único examinador. Dois examinadores independentes foram responsáveis por analisar os títulos identificados e as possíveis divergências quanto à inclusão ou não dos mesmos foram resolvidas por um terceiro revisor cuja experiência acadêmica era superior à dos demais.

Após a análise dos títulos, aqueles considerados como passíveis de inclusão tiveram seus resumos avaliados pelos mesmos pesquisadores seguindo a dinâmica utilizada para os títulos, e, caso fossem considerados aptos a comporem esta revisão, eram lidos na íntegra, para que a inclusão ou não destes em definitivo.

Critérios de inclusão

Foram incluídos ensaios clínicos controlados randomizados publicados em inglês, realizados com população acima de 18 anos e que possuísem em informações sobre PAM, PAS, PAD ou FC entre os desfechos analisados.

Critérios de exclusão

Estudos com intervenções mistas (ex.: dieta + exercício isométrico, isquemia muscular pós-exercício + exercício isométrico), realizados com animais, com voluntários com cardiopatias diagnosticadas, diabetes, e estudos de revisão.

Risco de viés dos estudos:

O risco de viés dos estudos foi avaliado por meio do *Consort* da Cochrane para ensaios clínicos randomizados. Esta ferramenta é composta por duas partes e sete domínios que são: viés de seleção – geração de sequencia aleatória, ocultação de alocação, viés de performance – cegamento de participantes e profissionais, viés de detecção – cegamento de avaliadores de desfecho, viés de atrito – desfechos incompletos - , viés de relato – relato de desfecho seletivo – e outros vieses – outras fontes¹².

Extração dos dados:

A extração dos dados foi realizada por um dos avaliadores envolvidos nos processos anteriores. Os dados acerca dos desfechos escolhidos como objeto de análise deste estudo foram tabulados em planilha do Excel e posteriormente exportado para o R-Project versão 3.3.2 ¹³.

Tratamento estatístico:

A meta- análise foi realizada por meio de diferenças médias padronizadas. A heterogeneidade da meta-análise foi avaliada por meio do teste Q de Cochrane com hipótese nula de que os estudos selecionados eram homogêneos ¹⁴. Com base nesta análise, foi realizada a escolha para a medida de efeito, fixo ou aleatório, a ser utilizado em cada uma das meta-análises geradas neste trabalho.

Em seguida foi realizado o tratamento estatístico dos dados, na qual foi utilizada a diferença média padronizada (DMP) dos dados e as estimativas de meta-efeito com intervalos de confiança de 95%. Os *funnel plots* foram utilizados para avaliar o potencial de viés de publicação. Foi considerado um nível de significância de $p < 0.05$ e todas as análises foram realizadas com o Programa R versão 3.3.2 ¹³ e com o pacote “Metafor” ¹⁵.

RESULTADOS:

Estudos selecionados:

Inicialmente, foram encontrados 2.839 artigos. Após a redução de títulos duplicados, este número reduziu para 2.666. Destes, 46 artigos tiveram seus resumos avaliados e apenas 13 lidos na íntegra e dois artigos incluídos nesta revisão por preencherem devidamente os critérios de inclusão (Figura 2).

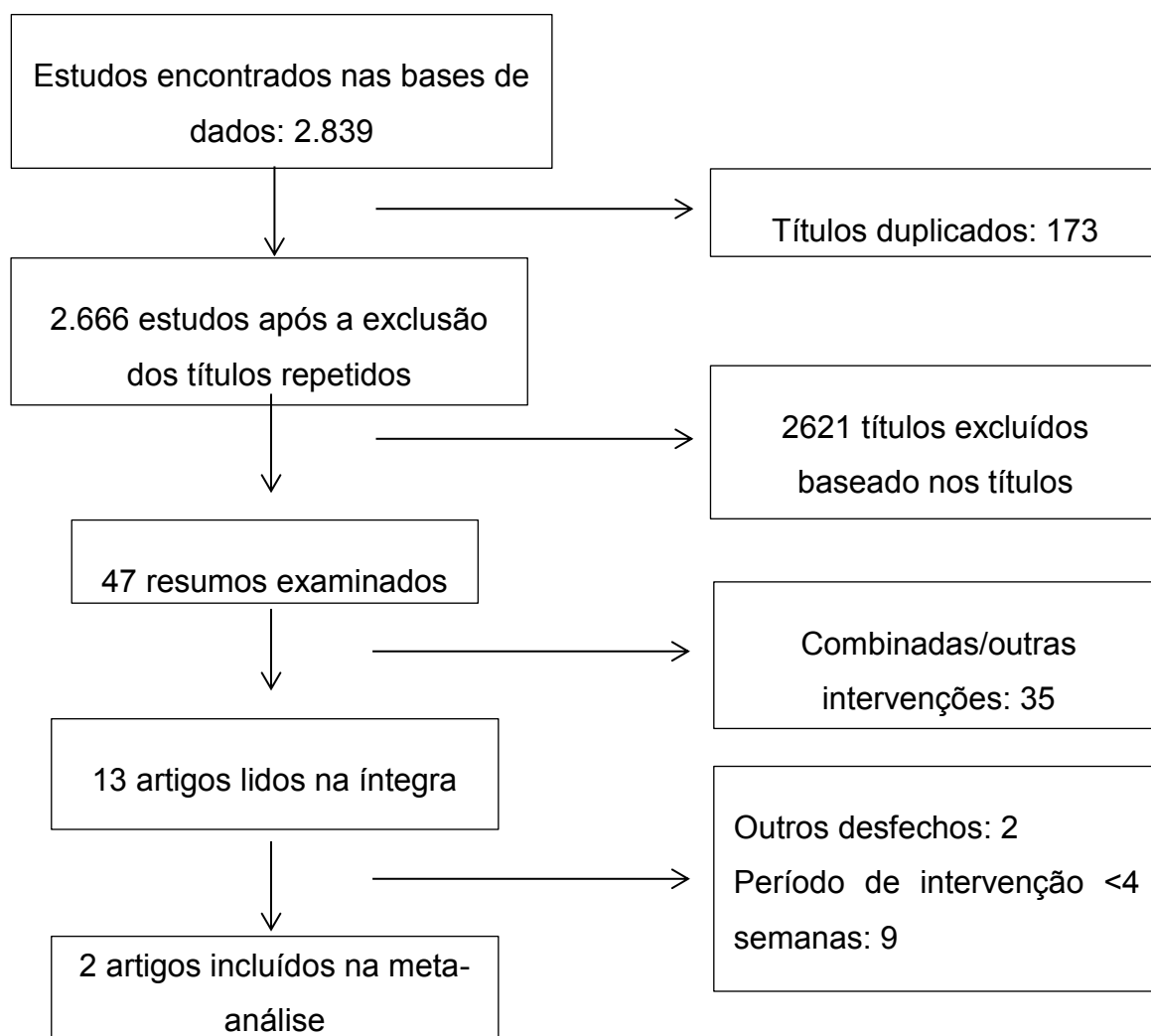


Figura 1 Fluxograma da seleção dos estudos.

Os ensaios são apresentados em resumo na tabela 1. Ambos os ensaios^{16,17} foram de curta duração variando de oito a dez semanas, a distribuição dos sujeitos entre os grupos se deu de forma randomizada, todavia, o método para alocação nos grupos estudados não foi descrito em detalhes nos trabalhos. Os trabalhos envolveram um baixo número de sujeitos envolvidos nas amostras (< 20 sujeitos no grupo intervenção em ambos os estudos).

Tabela 2 Visão geral dos ensaios clínicos.

Referência (ano)	Amostra (n)	Idade (média \pm DP)	Modo/intensidade	Características do treino	Principais achados
Badrov et al. (2013)	ISO: 12	23 \pm 4	4x2 min de IHG unilateral a 30% CVM, 4 min de repouso	3x semana; 8 semanas.	↓6mmHg PAS
	ISO: 11	27 \pm 6	4x2 min de IHG unilateral a 30% CVM, 4 min de repouso	5x semana, 8 semanas.	↓6mmHg PAS
	CTRL: 9	24 \pm 8	Sem exercício		
Taylor et al. (2003)	ISO: 9	69,3 \pm 6	4x2 min de IHG unilateral alternado a 30% CVM, 1 min de repouso	3x semana, 10 semanas.	↓19mmHg PAS ↓11mmHg PAM
	CTRL: 8	64,2 \pm 5,5	Sem exercício		

Os valores de pressão descritos são referentes as médias encontradas. ISO: isométrico (grupo de intervenção); CTRL: controle; IHG: handgrip; CVM: contração voluntária máxima; PAS: pressão arterial sistólica, PAM: pressão arterial diastólica.

Em um dos estudos, a amostra foi composta por sujeitos hipertensos de ambos os gêneros distribuídos randomicamente entre grupo experimental e controle ¹⁶ e no outro, apenas mulheres normotensas alocadas randomicamente em grupos similares com o auxílio de um software ¹⁷. Nenhum dos trabalhos relatou informações detalhadas sobre os processos de randomização dos sujeitos. Efeitos adversos não foram observados durante a realização dos estudos.

Os grupos musculares envolvidos nos treinos foram compostos pelos músculos responsáveis pelo movimento de preensão manual, conhecido na literatura internacional como *handgrip* (IHG). A frequência semanal de treino variou entre três e cinco vezes por semana, todos utilizaram quatro séries de dois minutos de contração isométrica unilateral a 30% contração voluntária máxima (CVM). As sessões totalizaram em média 12 a 24 minutos diários de atividade e o período de repouso entre as repetições variou entre um e quatro minutos nos estudos.

Análise qualitativa dos estudos:

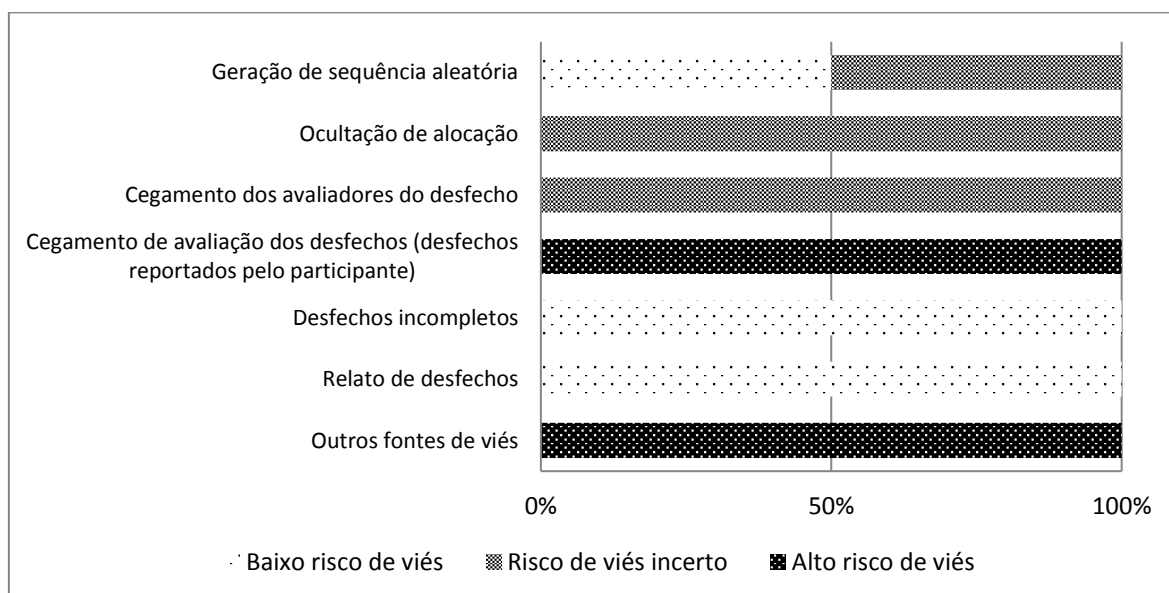


Figura 2 Gráfico de risco de viés dos estudos incluídos nesta revisão

A análise da qualidade dos estudos e das possíveis fontes de viés apresentou comportamento similar nos trabalhos ^{16,17}. Os trabalhos não realizaram o cegamento dos participantes em decorrência da utilização de grupos controle sedentários que poderiam ter sido substituídos por controles simulados, ou seja, grupos com características de treino similares, mas com intensidade de treino muito inferior similarmente ao trabalho de Millar et al. ¹⁸. No entanto, segundo HESS et al. ¹⁹ há a necessidade de estudos que busquem investigar valores mínimos de intensidade isométrica capazes de gerar efeitos terapêuticos sobre a PA e para assegurar que os controles simulados se comportem verdadeiramente como placebos. A ocultação dos sujeitos foi classificada com risco incerto, pois as informações divulgadas sobre o processo de randomização foram insuficientes. Os desfechos elegidos como objetos de estudos foram descritos adequadamente e perdas não foram relatadas o que classificou o viés de desfecho como baixo para os trabalhos. Entre outras fontes de viés, observou-se para esta meta-análise o método de coleta dos dados de PA, nesta avaliação os artigos apresentaram alto risco de viés, em decorrência da utilização de método indiretos de mensuração da PA não contínuos que podem subestimar os valores pós-exercício. Este risco ainda é um pouco maior no trabalho de Taylor et al. ¹⁶ por ter utilizado método auscultatório que também pode sofrer influências da interação entre os sujeitos e os examinadores, o que é minimizado pelos dispositivos oscilométricos automáticos, modalidade esta utilizada por Badrov et al. ¹⁷.

Análise da heterogeneidade dos estudos:

Tabela 2 Níveis de heterogeneidade das reduções das médias padronizadas de PAS, PAD, PAM e FC.

Heterogeneidade	Qui-quadrado	Valor p
PAM	1,097	0,295
PAS	2,315	0,128
PAD	0,164	0,686
FC	1,073	0,300

Valor de significância $p < 0,05$

Para fim desta meta-análise e entendendo que para sua execução é necessário que os estudos abordem métodos similares, um dos grupos envolvidos no trabalho de Badrov et al.¹⁷ não foi incluído nesta, em virtude de a frequência semanal de treino isométrico ser diferente dos demais (Tabela 1). A análise da redução dos valores de média padronizada de PAS, PAD, PAM e FC apresentou comportamento homogêneo, com valores não significativos no teste Q de Cochran, o que nos conduziu à escolha de análise pelo método de efeito fixo (Tabela 2).

Análise quantitativa dos dados:

Foi encontrada uma redução significativa para os valores de média padronizada referentes à PAM e PAS de -0,91 [-1,58 , -0,24], $p = 0,008$, e de -1,58 [-2,64 , -0,51] , $p = 0,004$, respectivamente, mas não para PAD e FC , cujos valores foram de -0,58 [-1,20 , 0,04] e - 0,42 [- 1,06 , 0,22] , em ordem (Figura 3 A-D).

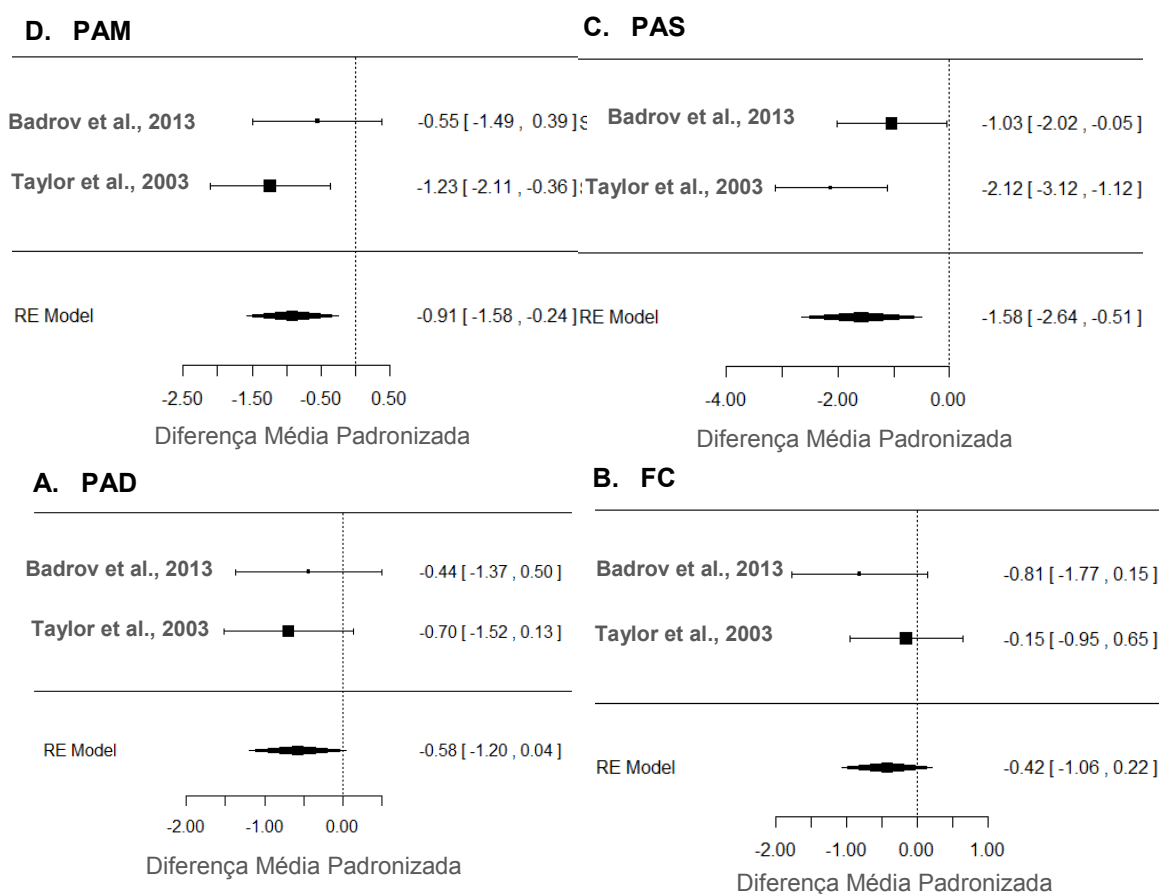


Figura 3 Forest plot dos intervalos de confiança das diferenças das médias padronizadas da redução da PAS, PAM, PAD e FC.

Viés de publicação:

Análises dos *funnel plots* realizadas para todas as variáveis de estudo, estas mostraram um baixo risco de viés de publicação para todas (Figuras 3 a 6, Apêndice1).

DISCUSSÃO:

Ao analisar individualmente os trabalhos incluídos nesta meta-análise, observa-se maiores reduções dos níveis pressóricos no trabalho de Taylor et al.¹⁶ que demonstrou diminuições de 19 mmHg na PAS ($p < 0,001$) e mudança de -11 mmHg para a PAM ($p < 0,009$), enquanto que no de Badrov et al.¹⁷ as reduções foram de apenas 6 mmHg na PAS ($p < 0,01$) e de 2 mmHg na PAM, esta última sem significância estatística ($p > 0,05$) em resposta a programas de treinamento com características similares. Variando no período de descanso entre as séries, na duração do programa – 2 semanas maior em Taylor et al.¹⁶ –, e no status de PA inicial da amostra: o primeiro incluiu apenas hipertensos, enquanto que o segundo normotensos. Este último ponto merece destaque, pois como a principal população a ser beneficiada com reduções de PA é a hipertensa, tais achados fortalecem o uso desta modalidade de treino para o controle dos níveis pressóricos.

As reduções de PAS e PAM observadas nesta meta-análise são consistentes ao que vem sendo visualizado nos ensaios clínicos^{7, 20, 21, 23}. Do mesmo modo que aqui observado, as diminuições ocorrem tanto em sujeitos normotensos como em hipertensos, sendo que reduções maiores costumam ser vistas em sujeitos com maiores níveis iniciais de PA, o que pode sugerir uma possível relação entre os níveis pressóricos iniciais e a capacidade hipotensora do treino isométrico. No entanto, em decorrência do baixo número de sujeitos envolvidos na amostra dos trabalhos, são necessários mais estudos neste sentido.

Em relação as reduções observadas na PAM, apesar de, individualmente, Badrov et al.¹⁷ não terem encontrado reduções estatisticamente significantes, a redução de 2 mmHg observada possui grande relevância clínica por induzir uma redução do risco de doenças cardiovasculares tanto em normotensos quanto em hipertensos²³. Alguns ensaios sobre *handgrip* e PA confirmam os achados gerais

desta meta-análise de que o treino isométrico é capaz de reduzir a PAM, nestes os valores de redução variaram entre 3 e 6 mmHg ^{7, 20-22}. Tais achados podem validar o uso do *handgrip* como forma de manejo da PAM.

Diferentemente do que foi observado por Owen et al. ²⁵ e por Cornelissen & Smart ²⁶, esta meta-análise não identificou redução com significância estatística para a PAD. No entanto, vale ressaltar que em tais trabalhos foram incluídos estudos características de treinos mais heterogêneas e por esse motivo a comparação dos dados é difícil. Outro ponto a ser observado é que estas meta-análises findaram por incluir um número maior de artigos em relação ao nosso, 5 e 4, respectivamente, o que, em parte, pode ser explicado pela adição de estudos a partir das listas de referências dos artigos selecionados e/ou de revisões encontradas ao longo da busca sistemática e pela utilização de bases de dados diferentes.

Até o momento, ao que parece, esta meta-análise foi a terceira que buscou avaliar a influência do treino isométrico sobre a FC de repouso. Ao contrário do que vimos, Carlson et al. e Inder et al. observaram mudanças estatisticamente significantes nos valores de FC de repouso, embora com pequeno tamanho de efeito. Nestas os valores da média paronizada variaram de -0,79 [-1,23 to -0,36] e de -1,42 [-2,62, -0,20], respectivamente ^{26, 27}. Contrariando nossos achados, nos quais a variação foi menor e sem significância estatística 0,42 [-1,06, 0,22]. Todavia, estes trabalhos foram constituídos por programas de treino com características diferentes tanto em relação aos grupos musculares envolvidos quanto à frequência e à intensidade de treino o que pode ter interferido nos resultados. Em conjunto, estes achados podem sugerir uma baixa probabilidade de que reduções na FC de repouso possam estar envolvidas nos mecanismos possivelmente enrolados nas reduções de PA geradas pelo exercício isométrico devido à baixa variação dos valores encontrados.

O mecanismo envolvido no efeito hipotensor gerado pelo treino isométrico ainda é desconhecido. Especula-se que possa ocorrer devido a reduções da resistência periférica total (RPT) ou por aumento do débito cardíaco (DC), ambas variáveis diretamente envolvidas na regulação da PAM ²³. No entanto, até o momento, poucos estudos buscaram avaliar alterações ocorridas nestas variáveis após período de treino isométrico e todos estes foram realizados mediante

atividade dos extensores do joelho ^{6, 8, 28}. Nestes, os resultados são contraditórios, enquanto que em dois estudos ^{8, 28} não foram encontradas reduções significativas nestas duas variáveis, ou mesmo correlação significativa entre as mudanças no DC e RPT com as alterações ocorridas na PAM. Em um estudo publicado mais recentemente ⁶, notou-se redução significativa do DC após quatro semanas de treino ($-0.54 \pm 0.66 \text{ L.min}^{-1}$) em comparação ao controle ($p=0,01$), entretanto, a RPT não demonstrou alterações significantes, contrariando a hipótese sugerida por Millar et al. ²⁹ na qual as reduções da PA promovidas pelo treino isométrico estariam intimamente relacionadas a reduções na RPT.

No contexto da resistência endotelial dos vasos, Badrov et al. ¹⁷ buscaram avaliar o efeito do treino isométrico de *handgrip* realizado em duas doses diferentes – frequência semanal de 3 e 5 treinos – sobre a resistência dos vasos do antebraço. Neste, observou-se aumento da capacidade vasodilatadora local e hiperemia reativa evidenciadas pelo aumento do fluxo sanguíneo no antebraço em 42% e 57%, para os grupos de frequência semanal de 3 e 5 dias, respectivamente, concomitantemente a reduções na PAS. Mais recentemente, notou-se que adaptações deste tipo não são influenciadas pelo sexo e que aumentos de fluxo médio local e da hiperemia reativa ocorrem tanto em homens quanto em mulheres sem diferenças estatisticamente significantes ³⁰. Tal evidência pode sugerir que adaptações circulatórias locais podem estar envolvidas na modulação da PA promovida por este tipo de exercício.

Outros mecanismos possivelmente enrolados neste processo seriam mudanças na modulação autonômica transcritas no aumento da modulação vagal e diminuição da simpática após o período de treino. Entre os possíveis métodos de análise da atividade do sistema autonômico, os trabalhos que vêm sendo conduzidos optaram por investigar alterações do balanço simpático-vagal por meio da variabilidade cardíaca, variabilidade da pressão arterial ou ainda através da atividade nervosa simpática muscular ^{18, 20, 21, 28}.

Em relação aos estudos que buscaram avaliar esta hipótese através de análises da variabilidade cardíaca, a maioria falhou em detectar mudanças tanto nos domínios espectral quanto no temporal em populações normotensas ou hipertensas ^{16, 17, 21}. Em contrapartida, Taylor et al. ¹⁶ encontraram aumentos da área de alta frequência da variabilidade da FC – correspondente a modulação

parassimpática –, bem como uma tendência de redução da relação simpático-vagal, simultâneos a uma diminuição de 19 mmHg na PAS em hipertensos medicados não controlados com idade acima de 60 anos. Estes achados podem sugerir que adaptações neurais podem ocorrer mais facilmente em hipertensos – visto que aumentos da modulação simpática e disfunções vagais são observados na fisiopatologia desta doença ³¹. Além disto, o nível de PA inicial pode ser um fator determinante no comportamento destas adaptações, pois em trabalhos também realizados com este tipo de amostra, mas com níveis de PA iniciais dentro de valores normais, estas alterações não foram percebidas ²⁸.

Este mesmo estudo de Taylor et al. ¹⁶ também avaliou o comportamento da variabilidade da PA após o período de 10 semanas de treinamento de preensão manual isométrico. Da mesma forma que observado na variabilidade da frequência cardíaca notou-se um aumento da atividade parassimpática. No entanto, aqui foram observadas diminuições significativas da área representativa da modulação simpática – $221 \pm 12,9 \text{ (mmHg)}^2$ para $157,7 \pm 36,4 \text{ (mmHg)}^2$ –, aumento na modulação parassimpática – $33,6 \pm 12,0 \text{ (mmHg)}^2$ para $83,1 \pm 25,2 \text{ (mmHg)}^2$ – e, conseqüentemente, uma marcada diminuição do balanço simpático-vagal e não apenas uma tendência de redução – $9,2 \pm 4,22$ para $2,9 \pm 2,1$. Estes achados corroboram com a hipótese de que melhoras na modulação autonômica estão relacionadas com o mecanismo hipotensor do treino isométrico, visto que a variabilidade da PA representa um relação mais direta com o controle da PA do que a variabilidade da FC.

Ray & Carrasco ²⁰ estudaram possíveis adaptações autonômicas através da análise da atividade nervosa simpática muscular. Apesar de as sessões fatigantes de treino isométrico de preensão manual estudadas terem sido seguidas por dois minutos de isquemia muscular pós exercício que poderia ter sido um fator de influência e de possível potencialização da atividade metaborreflexa e, conseqüentemente, redução da modulação simpática, este estudo não foi capaz de detectar mudanças na atividade nervosa simpática muscular no nervo fibular. O nervo utilizado é responsável pelo movimento de eversão do pé o que pode representar uma limitação deste trabalho devido ao fato de corresponder a um segmento corporal bastante distinto do utilizado no treino. A avaliação de um

nervo mais diretamente relacionado com os músculos envolvido na atividade executada pode demonstrar outros resultados.

Limitações:

Entre as limitações deste estudo pode-se observar a não utilização dos termos *arterial pressure*, *hypertension*, *training* e *handgrip* entre os descritores utilizados para a busca sistemática, bem como a exclusão de artigos publicados em idiomas diferentes do inglês, estudos futuros podem considerar estas observações.

Agenda para estudos futuros:

Sugere-se a partir de lacunas identificadas neste estudo, a realização de trabalhos que busquem avaliar a influência das características dos programas de treinos, como período duração do plano de treino, frequência semanal, idade dos sujeitos envolvidos, bem como que busquem elucidar os mecanismos envolvidos no efeito hipotensor do exercício, através da variabilidade da PA e atividade nervosa simpática muscular de músculos diretamente relacionados com a musculatura envolvida nos exercícios, como nervo ulnar ou mediano para a modalidade de preensão manual. Além disso, é necessária também uma maior produção de ensaios com sujeitos hipertensos visto que esta população é a principal a ser beneficiada com reduções dos níveis pressóricos.

Conclusão:

Por meio desta revisão sistemática com meta-análise, foram encontradas evidências de que o treino isométrico de preensão manual parece ser capaz de reduzir significativamente os valores de PAS e PAM, mas não os de FC e PAD. De acordo com os estudos analisados, nota-se que a aplicação terapêutica desta modalidade em hipertensos, principal publico a ser beneficiado com reduções dos níveis pressóricos, necessita ainda ser melhor investigada por mais ensaios clínicos

Referências bibliográficas:

1. Kearney PM et al. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data. *Lancet* 2005, 365: 217-223.

2. Lim SS, Vos T, Flaxman AD, Danaei G, Shibuya K, Adair-Rohani H, et al. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*. 2012;380(9859):2224–60.
3. Weber MA, Schiffrin EL, White WB, Mann S, Lindholm LH, Kenerson JG, et al. Clinical Practice Guidelines for the Management of Hypertension in the Community A Statement by the American Society of Hypertension and the International Society of Hypertension. 2014;16(1).
4. Malachias M, Souza W, Plavnik F, Rodrigues C, Brandão A, Neves M. 7 TH BRAZILIAN GUIDELINE OF ARTERIAL HYPERTENSION. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107((3Supl.3)):1–83.
5. Leung AA, Nerenberg K, Daskalopoulou SS, McBrien K, Zarnke KB, Dasgupta K, et al. Hypertension Canada's 2016 Canadian Hypertension Education Program Guidelines for Blood Pressure Measurement, Diagnosis, Assessment of Risk, Prevention, and Treatment of Hypertension. *Can J Cardiol*. 2016;32(5):569–88.
6. Wiles JD, Goldring N, Coleman D. Home-based isometric exercise training induced reductions resting blood pressure. *Eur J Appl Physiol*. Springer Berlin Heidelberg; 2016;1–11.
7. Millar PJ, Bray SR, MacDonald MJ, McCartney N. The Hypotensive Effects of Isometric Handgrip Training Using an Inexpensive Spring Handgrip Training Device. *J Cardiopulm Rehabil Prev* [Internet]. 2008;28(3):203–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18496321>
8. Devereux GR, Wiles JD, Swaine IL. Reductions in resting blood pressure after 4 weeks of isometric exercise training. *Eur J Appl Physiol*. 2010;601–6.
9. Millar PJ, Levy AS, McGowan CL, McCartney N, Macdonald MJ. Isometric handgrip training lowers blood pressure and increases heart rate complexity in medicated hypertensive patients. *Scand J Med Sci Sport*. 2013;23(5):620–6.
10. McGowan CL, Visocchi A, Faulkner M, Verduyn R, Rakobowchuk M, Levy AS, et al. Isometric handgrip training improves local X ow-mediated dilation in medicated hypertensives. 2007;227–34.
11. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Academia and Clinic Annals of Internal Medicine Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses : 2009;151(4):264–9.
12. Carvalho APV, Silva V GA. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. Diagnóstico Trat [Internet]. 2013;18(1):38–44. Available from: <http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-670595#>

13. R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available from: <https://www.R-project.org/>.
14. Higgins JPT, Green S (editors). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Available from www.handbook.cochrane.org.
15. Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *Journal of Statistical Software*, 36(3), 1-48. Available from: <http://www.jstatsoft.org/v36/i03/>
16. Taylor AC, McCartney N, Kamath M V, Wiley RL. Isometric Training Lowers Resting Blood Pressure and Modulates Autonomic Control. *Med Sci Sports Exerc.* 2003; 35(2):251-6.
17. Badrov MB, Bartol CL, DiBartolomeo MA, Millar PJ, Mcnevin NH, McGowan CL. Effects of isometric handgrip training dose on resting blood pressure and resistance vessel endothelial function in normotensive women. 2013;2091–100.
18. Millar PJ, Macdonald MJ, McCartney N. Effects of Isometric Handgrip Protocol on Blood Pressure and Neurocardiac Modulation. 2011;174–80.
19. Hess NCL, Carlson DJ, Inder JD, Jesulola E, Farlane JRMC. Clinically Meaningful Blood Pressure Reductions With Low Intensity Isometric Handgrip Exercise . A Randomized Trial. 2016; 461–8.
20. Ray CA, Carrasco DI, Chester A, Isometric DIC. Isometric handgrip training reduces arterial pressure at rest without changes in sympathetic nerve activity. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2000;2390:245–9.
21. Millar PJ, Levy AS, McGowan CL, McCartney N, Macdonald MJ. Isometric handgrip training lowers blood pressure and increases heart rate complexity in medicated hypertensive patients. *Scand J Med Sci Sport.* 2013;23(5):620–6.
22. Badrov MB, Horton S, Millar PJ, McGowan CL. Cardiovascular stress reactivity tasks successfully predict the hypotensive response of isometric handgrip training in hypertensives. *Psychophysiology.* 2013;50(4):407–14.
23. Pescatello LS et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 ;36(3):533-53.
24. Owen A, Wiles J, Swaine I. Effect of isometric exercise on resting blood pressure: a meta analysis. *J Hum Hypertens* [Internet]. Nature Publishing Group; 2010;24(12):796–800. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/jhh.2010.13>
25. Cornelissen VA, Smart NA. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc.* 2013;2(1):1–9.

26. Carlson DJ, Dieberg G, Hess NC, Millar PJ, Smart NA. Isometric exercise training for blood pressure management: A systematic review and meta-analysis. *Mayo Clin Proc* [Internet]. Elsevier Inc; 2014;89(3):327–34. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.mayocp.2013.10.030>.
27. Inder JD, Carlson DJ, Dieberg G, Mcfarlane JR, Hess NCL, Smart NA. Isometric exercise training for blood pressure management: a systematic review and meta-analysis to optimize benefit. *Nature Publishing Group*; 2015;39(2):88–94. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/hr.2015.111>.
28. Wiles JD, Coleman DA, Swaine IL. The effects of performing isometric training at two exercise intensities in healthy young males. *Eur J Appl Physiol*. 2010; 419–28.
29. Millar PJ, McGowan CL, Swaine IL. Evidence for the Role of Isometric Exercise Training in Reducing Blood Pressure: Potential Mechanisms and Future Directions. 2013;
30. Badrov MB, Freeman SR, Ann M, Philip Z, McGowan CL. Isometric exercise training lowers resting blood pressure and improves local brachial artery flow - mediated dilation equally in men and women. *Eur J Appl Physiol*. Springer Berlin Heidelberg; 2016: DOI 10.1007/s00421-016-3366-2;
31. Mancia G, Grassi G. The Autonomic Nervous System and Hypertension. *Circ Res* [Internet]. 2014;114(11):1804–14. Available from: <http://circres.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/CIRCRESAHA.114.302524>

2. Considerações finais:

Os resultados a partir destes estudos possibilitam enxergar novas perspectivas à prescrição dos exercícios isométricos como forma de manejo dos níveis de PA, bem como permitem uma melhor compreensão do cenário científico do assunto. Há ainda importantes lacunas a serem investigadas acerca da influência da idade sobre as respostas de PA e FC, como a aplicação de destes isométricos incrementais na população idosa, necessidade de estudos que deem prosseguimento a períodos de recuperação prolongados a fim de se determinar a ocorrência de períodos de hipotensão pós-exercício e suas durações, bem como realizem avaliações sobre os mecanismos de adaptação pressórica ao treino através de acompanhamento de índices de modulação autonômica e liberação de substâncias vasodiladoras, como o óxido nítrico. Se nota também a carência de estudos envolvendo amostras hipertensas para que o risco cardiovascular imposto a esta população durante as atividades isométricas seja melhor compreendido. Outro ponto importante observado é que, em geral, os ensaios clínicos costumam utilizar controles sedentários o que pode implicar em uma possível fonte de viés. Neste contexto, é notável a necessidade de estudos que busquem elucidar quais seriam os níveis mínimos de contração isométrica capazes de promover adaptações benéficas ao treino e assim valores abaixo destes possam ser usados em delineamentos de grupos controles simulados. Por fim, os ensaios crônicos costumam apresentar duração máxima de 10 semanas o que não permite um devido acompanhamento para que a questão de aderência à atividade seja observada.

Os trabalhos aqui desenvolvidos sugerem que a utilização de treino com *handgrip* isométrico pode induzir diminuições significativas da PAS e PAM sem relatos de efeitos adversos durante os períodos de treinamento. Além disso, ao que indica os picos gerados na PA e FC durante as sessões isométricas podem ser rapidamente reduzidos nos primeiros minutos pós-exercício, o que pode indicar certo controle da atividade.

APÊNDICE 1

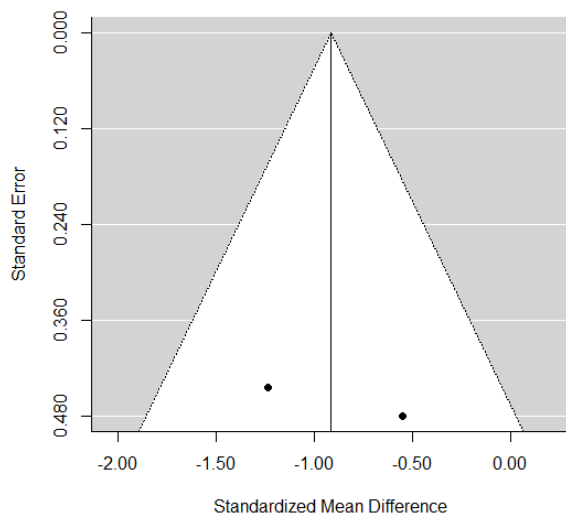


Figura 5: Gráfico de funil dos estudos sobre redução da PAM (DPM)

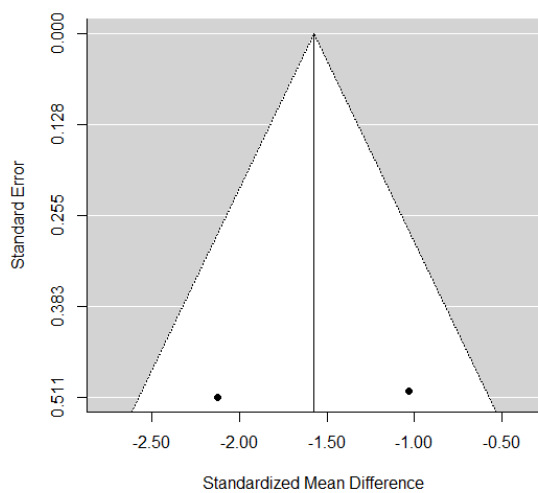


Figura 6: Gráfico de funil dos estudos sobre redução da PAS (DPM)

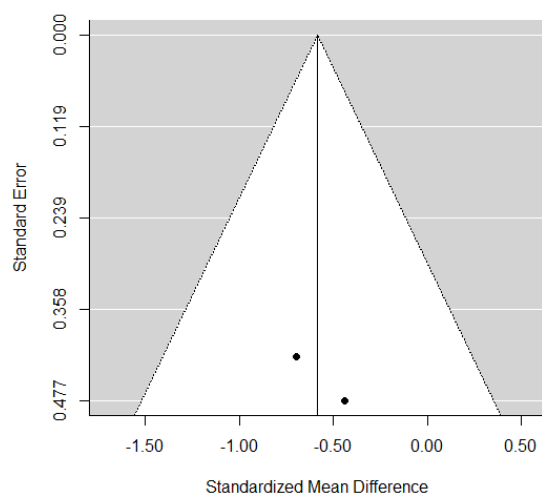


Figura 7: Gráfico de funil dos estudos sobre redução da PAD (DPM)

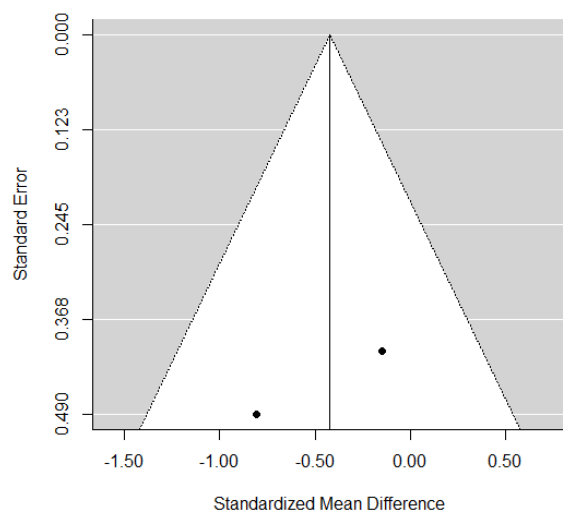


Figura 8: Gráfico de funil dos estudos sobre redução da FC (DPM)